

**Caracterización de la función cognitiva de niños con síndrome de Down de 5 a 12 años  
en la ciudad de Bogotá**

**Trabajo de grado para optar por el título de psicólogo**

**Laura Villaveces Díaz Merendoni**

**Autora**

**Claudia Talero Gutiérrez**

**Directora**

**Noviembre 17 de 2016**

**Programa de psicología**

**Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud**

**Universidad del Rosario<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Nota de autor: Esta investigación se realizó con el asesoramiento de Claudia Talero Gutiérrez del programa de Medicina, de la Universidad del Rosario  
Envío de correspondencia a: [laura.villaveces@urosario.edu.co](mailto:laura.villaveces@urosario.edu.co)

---

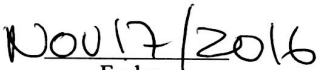
PAGINA DE APROBACIÓN

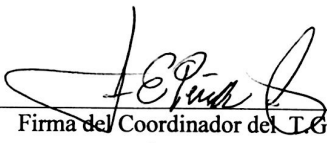
**Acta de aprobación del trabajo de grado**

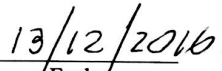
Los aquí firmantes certifican que el trabajo de grado elaborado por Laura Villaveces Díaz Merendoni, titulado Caracterización de la función cognitiva de niños con síndrome de Down de 5 a 12 años en la ciudad de Bogotá cumple con los estándares de calidad exigidos por el programa de psicología para la aprobación del mismo.

Esta acta se firma a los 17 días del mes de noviembre del 2016.

  
Firma del Director

  
Fecha

  
Firma del Coordinador del T.G

  
Fecha

**Reconocimientos**

Cuando uno es pequeño uno anhela ser grande y lograr millones de hazañas y de grande uno desea con todo su corazón alcanzar sus metas. El siguiente documento es la consecuencia de un trabajo duro que se llevó acabo a lo largo de mi estadía en esta carrera, este documento es la culminación de tres años de investigación, realizada con el apoyo de maravillosas personas que guiando mi conocimiento y brindándome apoyo lograron impulsarme para lograr mis metas.

Quiero agradecer a la doctora Claudia Talero, de la que tanto he aprendido, no solo en cuando a lo académico, sino en lo personal y que desde que conozco me ha brindado su apoyo y guía en momentos cruciales de mi vida.

A mi profesora Karen Halliday, quien me inculcó el conocimiento de la neuropsicología y me brindó las herramientas para poder realizar esta investigación.

A Sebastián Botero quien me ayudó en todo el proceso de creación de esta tesis.

Al Profesor Telmo Peña, quien con gran ahínco inculcó en mí la excelencia.

A los centros asistenciales en los cuales se desarrollo la investigación, por haber creído en su potencial y por hacernos permitido.

A las familias de lo chicos que han participado en el estudio, por su admirable esfuerzo y dedicación en la labor de padres y por su participación de forma completamente incondicional.

En especial, a mi familia, gracias a su apoyo incondicional, fuerza y las experiencias vividas, gracias a ellos soy la persona que soy. En especial a mi padre el cual me brindó su ayuda sin dudarlo y me dio su mano cuando la necesite.

A mis abuelas Nadia y Fanny, quienes siempre creen en mí a pesar de lo duro de la situación.

Por último, un especial agradecimiento a Luis, mi novio, quien con su apoyo incondicional en los mejores y peores momentos de mi vida, me impulsó a seguir mis sueños. El éxito de este trabajo de grado en parte es por ti, por siempre darme tu mano cuando caía.



**Tabla de contenidos**

Resumen	1
Abstract	2
Capítulo I. Marco teórico	3
Introducción	3
Aspectos Genéticos del Síndrome Down (SD)	3
Neurobiología del Síndrome de Down (SD)	8
Desempeño cognitivo en el Síndrome de Down	12
Atención	20
Memoria	23
Memoria a corto plazo (MCP)	24
Memoria de trabajo (MT)	25
Memoria a largo plazo (MLP)	26
Memoria implícita	27
Memoria explícita	29
Lenguaje	31
Anomalías en el lenguaje en el síndrome de Down	33
Rendimiento psicomotor	35
Cognición en el Síndrome de Down	36
Objetivo general	38
Objetivos Específicos	38
Capítulo II. Método	39
Participantes	39
Aspectos éticos	39
Instrumentos	40
Procedimiento	44
Capítulo III. Resultados	46
Capítulo IV. Discusión	50
Capítulo V. Conclusión	63
Referencias	64

**Lista de tablas**

<i>Tabla 1</i>	11
<i>Tabla 2</i>	13
<i>Tabla 3</i>	46
<i>Tabla 4</i>	47
<i>Tabla 5</i>	48

**Lista de figuras**

<i>Figura 1</i>	5
<i>Figura 2</i>	6
<i>Figura 3</i>	7
<i>Figura 4</i>	7
<i>Figura 5</i>	27
<i>Figura 6</i>	28
<i>Figura 7</i>	29
<i>Figura 8</i>	30

**Resumen**

Los niños que padecen trisomía 21 poseen una serie de características físicas, neurológicas y neuropsicológicas específicas, las cuales han sido investigadas a profundidad en diferentes países, de lo cual se han desarrollado protocolos de evaluación para estos niños acorde a su nacionalidad (García, 2010). A pesar de que Colombia es uno de los países en los cuales el síndrome de Down se presenta con mayor frecuencia, hasta la fecha, no se encuentran estudios que enfatizan en las habilidades neuropsicológicas de esta población específica, por lo cual no se han desarrollado protocolos de evaluación adecuados para los niños con síndrome este síndrome. Esta investigación se llevó a cabo con una población de 88 niños a los cuales se les aplicó el inventario de desarrollo BATTELLE, y se identificó que los niños con síndrome Down de 5 a 12 años obtienen un puntaje que se encuentra en 4 desviaciones estándar por debajo de la media típica. Lo anterior demuestra una característica específica de esta población en cuanto a patrones de desarrollo en las cuales, se evidencia dificultad más importante en las área cognición y de la comunicación expresiva. Con respecto a los intervalos de edad se identificó que a lo largo de estos el desempeño en las áreas evaluadas decrece. esto puede estar relacionado con la mayor complejidad de los hitos del desarrollo para una edad esperada. Debido a que los hitos del desarrollo esperados varían a lo largo de los periodos del ciclo vital del ser humano, estos tienden a aumentar su complejidad en etapas del desarrollo más avanzados; como estos niños poseen una serie de dificultades en las funciones ejecutivas y cognición, no lograrán alcanzar dichos hitos del desarrollo.

**Abstract**

Children diagnosed with trisomie 21 have some specific physical and neuropsychological characteristics, that have been in-depth investigated in different countries around the world. Thanks to these investigations some evaluation protocols have been designed in order to evaluate children from different nationalities (García, 2010). In spite of the high prevalence of Down Syndrome in Colombia, to date, there has not been found studies emphasizing on the neuropsychological abilities of these specific group, reason why there has not been designed appropriate protocols to evaluate children with Down Syndrome. This present investigation was run with 88 Children. It was applied the BATTELLE developmental inventory to every Children and investigators identified that Down Syndrome diagnosed Children between 5 and 12 years old scored 4 standard deviation below the typical average. These previous results show a specific characteristic in the experimental group related to the developmental patterns, demonstrating biggest difficulties in the cognition and expressed communication areas. About the age interval it was identified that At older ages the performance in the evaluated areas decrease significantly, this could be related to a higher complexity of the developmental life-stones for a expected age, because these Life-Stones vary through the human-being vital cycle, they tend to increase its complexity in in the most advanced developmental stages. Because Down Syndrome diagnosed Children have some difficulties with the cognitive and executive functions, they would not be able to achieve the developmental Life-Stones.

## **Capítulo I. Marco teórico**

### **Introducción**

El síndrome Down (SD), es una cromosomopatía que se presenta con alta frecuencia. En el mundo, uno de cada 1.000 recién nacidos vivos tiene Síndrome Down (Cifuentes & Nazer, 2011), y en España afecta aproximadamente a 1 de cada 700-800 nacidos vivos (Cifuentes & Nazer, 2011). En Latinoamérica, según el estudio Colaborativo Latino Americano de Malformaciones Congénitas (ECLAM) se identificó del 2,89 por mil en el período del 2001-2005 (Astete, Youlton, Castillo & Daher, 1991). En Colombia la tasa de SD por mil nacidos es de 1,72%, lo cual lo posiciona en el cuarto puesto en el mundo junto con Brasil en la escala de prevalencia de dicho trastorno (Cifuentes & Nazer, 2011).

Los niños con trisomía 21 presentan una serie de características físicas, neurológicas y neuropsicológicas específicas, que han sido descritas por diferentes investigadores en varios países, el reconocimiento de esas características ha permitido la implementación de protocolos de evaluación del desarrollo de esos niños (Borges, López, Parés & Valdespino, 2000). A pesar de que Colombia se posiciona en el cuarto puesto de la escala de prevalencia de SD, hasta la fecha, no se encuentran estudios que exploren en las habilidades neuropsicológicas de esta población específica (Cifuentes & Nazer, 2011).

### **Aspectos Genéticos del Síndrome Down (SD)**

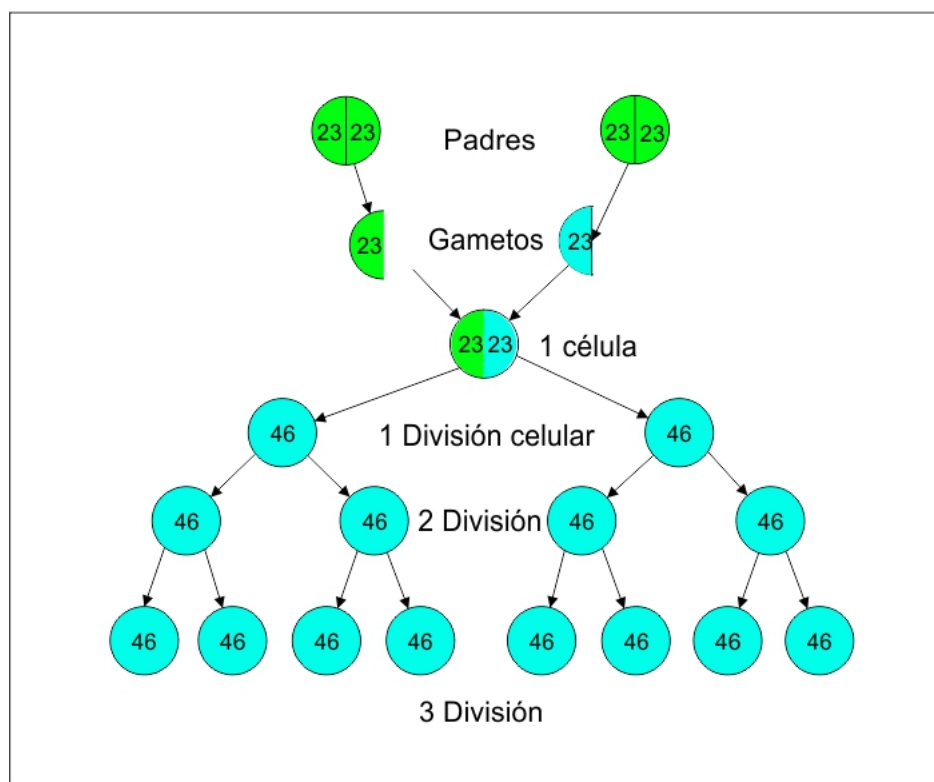
El Síndrome Down (SD) es una condición genética resultado de la trisomía 21, esto ocurre por un fenómeno de, disyunción meiótica (Pérez, 2014). Este síndrome, según Pérez (2014), ocurre con una frecuencia de 1 en 800.000 recién nacidos vivos y está ligado con la edad materna avanzada.

La meiosis es un proceso de división celular en las etapas primordiales de la embriogénesis en el que se reduce a la mitad el número de cromosomas, dando como resultado cuatro células hijas haploides. En los seres pluricelulares la meiosis solamente se da en las células germinales lo cual es esencial para la reproducción sexual (Cooper & Hausman, 2014). Este proceso en las células germinales tiene el fin de generar gametos haploides (el espermatozoide y el óvulo) los cuales al fusionarse en la fecundación constituirán un nuevo organismo (Cooper & Hausman, 2014).

En el proceso de la meiosis ocurre la reducción en el número de cromosomas por medio de dos rondas consecutivas de división nuclear y celular o meiosis I y II, lo que ocurre tras una única ronda de replicación de ADN (Cooper & Hausman, 2014). Este proceso da inicio después de que los cromosomas parentales se hayan replicado para producir cromátidas hermanas idénticas. En la meiosis I, los cromosomas homólogos se emparejan unos con otros y luego segregan a células hijas diferentes, las cromátidas hermanas se mantienen unidas, por lo cual al finalizar la meiosis I da como resultado células hijas que contienen un único miembro de cada par cromosómico (Cooper & Hausman, 2014). Al finalizar la meiosis I se produce la II, en este proceso las cromátidas hermanas se separan y segregan a diferentes células hijas dando como resultado cuatro células haploides, cada una de las cuales contiene una copia de cada cromosoma (Cooper & Hausman, 2014).

En el proceso de fecundación normal, el espermatozoide, una célula haploide de 23 cromosomas, se une con el óvulo, también constituido por 23 cromosomas, lo que produce un cigoto diploide de 46 cromosomas (Ver Figura 1) (Alexander et al., 2003). La no disyunción en los seres humanos según Alexander et al. “ puede traer gametos con un cromosoma más ( $n+1$ ) o menos ( $n-1$ ) que la condición normal” (p.116). La fecundación

entre un gameto normal y uno que tiene un cromosoma adicional da como resultado el cigoto de 47 cromosomas ( $2n+1$ ) (Ver Figura 2). La condición en la que se presentan tres homólogos de un cromosoma en particular en vez de la pareja normal se conoce como trisomía. Lo que ocurre en el Síndrome de Down es una no disyunción lo que da la aparición de tres copias en lugar de dos en el par cromosómico 21, trisomía 21, (Ver Figura 3), dando como resultado un individuo con 47 cromosomas (Alexander et al., 2003).



*Figura 1.*

Formación del cigoto diploide y proceso de primeras meiosis normal. Fuente:

*(Elaboración propia).*

El cromosoma 21 está formado por 33 millones 285 mil pares de bases, 33.5 millones de estos se encuentran en el brazo largo y 285 mil en su brazo corto (Ver Figura 4) (Hattori et al., 2000). En un principio se creía que podían contener entre 250 y 400 genes,



otros autores afirman cantidades más pequeñas tales como 225 genes (Hattori et al., 2000) junto con 59 pseudogenes. Hoy en día gracias a los estudios genéticos se identificó que este cromosoma porta mucho más de 300 genes (Lyle, 2004), de estos genes entre 110 y 150 parecen expresarse en el cerebro y medula espinal (Capone, 2001), de los 20.500 genes que posee el genoma humano entre el 50% y el 65% participan en el desarrollo del Sistema Nervioso Central (SNC) (Rosemberg, 1997).

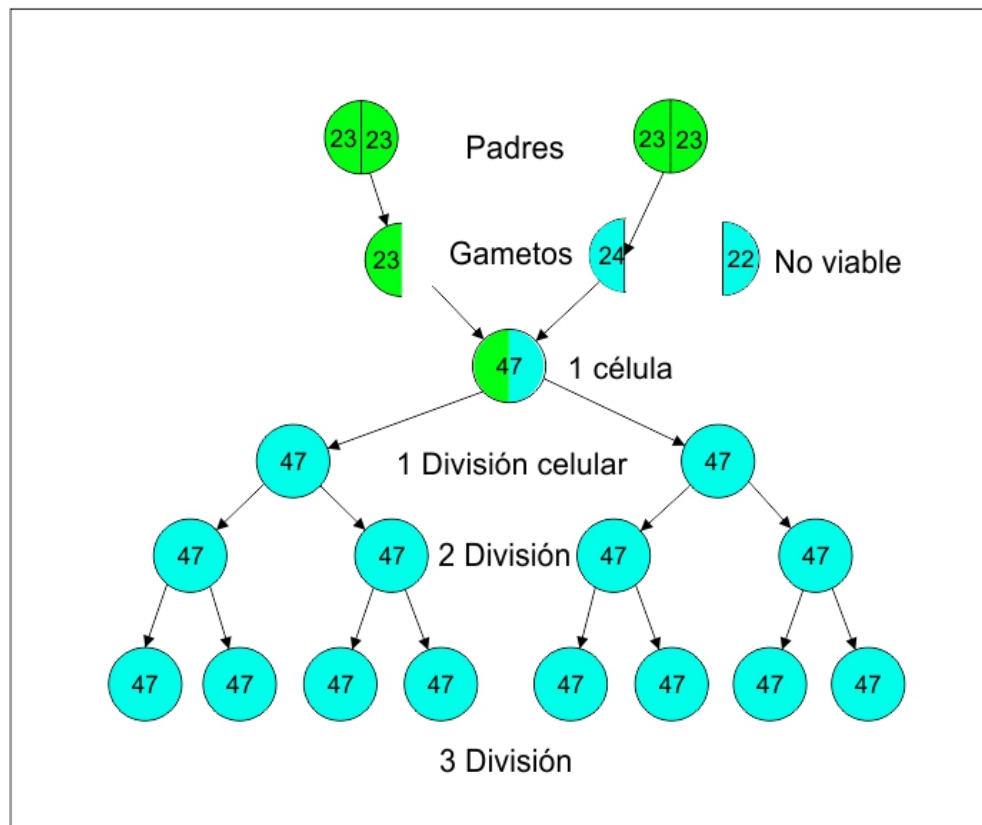


Figura 2.

División meiótica con una trisomía, libre, primera célula del hijo/a posee 47 cromosomas.

Fuente: (Elaboración propia).

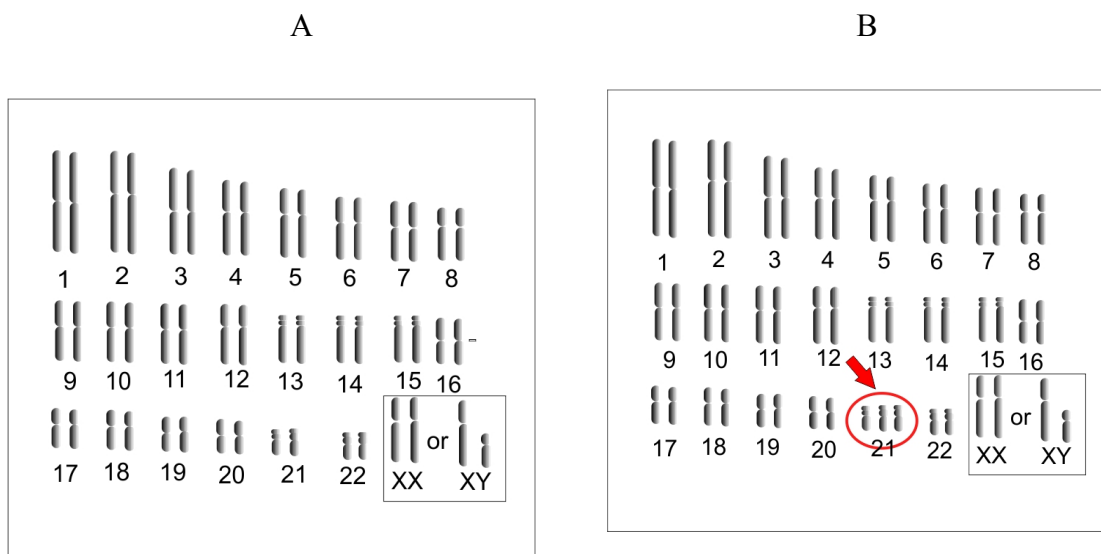


Figura 3.

Cariotipos . A) 46,XY Varón sin síndrome de Down. B) Varón con síndrome de Down

47,XY +21. Fuente: (Elaboración propia).

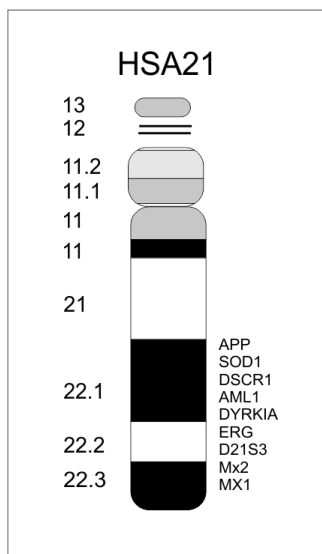


Figura 4.

Ideograma del cromosoma 21. Fuente: (Elaboración propia).

**Neurobiología del Síndrome de Down (SD)**

La primera descripción neuropatológica en personas con Síndrome de Down fue hecha por Fraser y Mitchel en 1976 (Erase & Mitchel, 1976).

El cerebro de un niño con SD posee una serie de alteraciones anatómicas y funcionales que resultan en un grado variable de déficit cognitivo. Se ha observado una disminución en el número total de neuronas que se extienden en ciertas áreas de la corteza, alteraciones en la comunicación funcional del sistema interneural y anomalías a nivel subcelular de las neuronas (Flórez, 1994).

En los cerebros de los pacientes con SD, se han descrito ciertas alteraciones comunes en la población, los primeros aportes hechos por (Jonides et al., 1993) y (Raz et al., 1995), mostraron disminución en cuanto al volumen cerebral., estudios más recientes como los de (Pinter et al., 2001) afirman que existe una disminución del 18% en los volúmenes globales cerebrales de individuos con SD, el lóbulo temporal y parietal se encuentran relativamente más amplios y la estructura del cerebelo se observa considerablemente más pequeña en comparación del grupo control

El reducido volumen encefálico de los sujetos con SD, es dado por la composición de su tejido cerebral. Según (Pinter et al., 2001) y (Hampel & Teipel, 2004) el volumen de sustancia gris (SG) y sustancia blanca (SB) del cerebro con SD está considerablemente reducido en comparación el normal. A pesar de encontrarse diferencias en cuanto a los volúmenes de SG y SB en SD, en el lóbulo temporal no se encuentran diferencias en cuanto a la SG en comparación con el grupo control de ese estudio.

Por otra parte en niños de 5 años de edad con SD (Dierssen, 2003) se describen el cerebelo y el tronco cerebral como más pequeños que en sujetos normales; en el caso específico del cerebelo la reducción del volumen se ve presente ya a los 16 meses de edad.

A este volumen reducido se le atribuyen las alteraciones de atención, memoria, aprendizaje lenguaje que presentan individuos con este síndrome. Así mismo se ha descrito un estrechamiento de la circunvolución temporal superior (CTS) , la cual es significativamente más pequeña en niños (Pinter et al., 2001), esto es debido al reducido volumen de SB en dicha circunvolución (Pinter et al., 2001). El estrechamiento de la CST puede ser, en gran medida, una de las causas de los trastornos del lenguaje que presentan los sujetos con SD. En el estudio volumétrico realizado por ellos de no se encontró asimetría en los hemisferios cerebelosos, ni en lóbulo frontal, occipital o parietal, tampoco se encontraron anomalías en las regiones subcorticales.

A nivel microscópico, las microestructuras presentan alteraciones estructurales y funcionales. En las personas con SD se encuentra una variabilidad con respecto a la formación de la vaina de mielina, la falta de mielinización afecta las fibras intercorticales y asociativas de los lóbulos fronto-temporales (García, 2010). Este retraso en la mielinización, en un principio se da de forma global y en periodo postnatal, pero luego se vuelve más específico en tractos nerviosos que se mielinizan tarde en el desarrollo, como en el caso de las fibras que unen los lóbulos frontal y temporal, en las cuales se evidencia un retraso de un 25% entre los periodos de 2 meses a 6 años (García, 2010). El compromiso en la mielinización va a tener un efecto en la velocidad de la transmisión del impulso nervioso, y por ende en la transmisión de la información. En aquellas zonas donde no se da un buen proceso de mielinización, la velocidad y la calidad de la transmisión de la información será menor (García, 2010).

Las neuronas y células de la glía son los dos componentes funcionales básicos del SN. Desde el nacimiento en el SD se observa un porcentaje menor de neuronas, aproximadamente entre un 10-50% menos (Del Abril, 2001). Dicha reducción en el

porcentaje de neuronas se ve en todas las capas corticales, principalmente en las capas II y IV y en la capa III de neuronas piramidales (Del Abril, 2001). Es importante aclarar que dicha reducción no se da de la misma forma en todos los individuos con SD. La densidad neuronal en niños se encuentra disminuida en las áreas prefrontales, frontales, asociativas-sensoriales, hipocampo y cerebelo y en adultos se observa una disminución de células granulares en el hipocampo, en varias zonas corticales, núcleo basal, cortical ventral y corteza cerebelosa (Del Abril, 2001). En estudios con modelos animales el reducido número de células granulares del cerebelo corresponde a la capa interna granular (García, 2010).

En las neuronas corticales piramidales, Armstrong, Becker y Chan (1986) describen reducción en el número de las espinas sinápticas, anomalías en la ramificación y en la arborización dendrítica, afectando el número de sinapsis. Al nacimiento la arborización parece ser normal, en el primer año de vida esta se comienza a deteriorar; las espinas dendríticas varían, en algunos casos estas son muy cortas, y en otras muy largas (García, 2010), además de verse atrofia en la arborización dendrítica, se observa alteración en los segmentos medio y distal de las dendritas apicales (García, 2010). En estudios realizados post mortem se confirmó una disgenesia en las espinas y en la arborización dendrítica (Dierssen, et al., 2001).

En estudios post mortem de sujetos con SD se ha logrado identificar ciertas características del cerebro, estas se encuentran relacionadas con alteraciones pre y postnatales en la sinaptogénesis (García, 2010). Entre ellas un menor peso cerebral, reducción de la profundidad de los surcos, el giro temporal más estrecho, lóbulos frontales y temporales más pequeños junto con una disminución del volumen cerebeloso (García, 2010). Según García la mayoría de estudios realizados con Resonancia magnética (RMN)

coinciden en afirmar que existe un “ fenotipo característico en relación a las anormalidades regionales” (2010, p. 44), dichas características son cinco las cuales se encuentran descritas a profundidad en la *Tabla 1* (Hampel & Teipel, 2004) .

Tabla 1

*Anormalidades en el desarrollo del cerebro en SD encontradas con RMN.*

Región	Referencia
Regiones cerebrales con volumen reducido	
Volumen total cerebral	
Sustancia Blanca	
Volumen Cerebral	
Amígdala	
Lóbulo frontal	
Planum temporal	
Cuerpo calloso	
Regiones cerebrales sin cambio en el volumen	
Lóbulo frontal	
Lóbulo occipital	
Giro temporal superior	
Núcleo lenticular	
Regiones cerebrales con volúmenes superiores	
Giro parahipocampal	
Lóbulo parietal	
Lóbulo temporal	

---

Núcleo lenticular

Diencéfalo (tálamo e hipotálamo)

---

Fuente: *(Elaboración propia)*.

A medida que el sujetos con SD envejece, se observa una pérdida global de SG en los lóbulos cerebrales, de manera particular en el giro parahipocampal y el giro temporal superior (Hampel & Teipel, 2004)

Las alteraciones histológicas, bioquímicas y anatómicas, descritas constituyen la base neurobiológica de la deficiencia del SD (Sago et al., 2000)

### **Desempeño cognitivo en el Síndrome de Down**

El desempeño cognitivo en personas con SD se caracteriza por períodos más prolongados para elaborar, retener y recobrar la información. Si esta última es muy compleja y muy amplia, no será procesada adecuadamente.

Debido a que los cambios morfológicos y funcionales son particulares en cada caso, el desempeño intelectual de estas personas varia entre leve, moderado, grave y profundo. El DSM V evalúa tres dominios, dominio conceptual, dominio social y dominio practico, para poder identificar el nivel de desempeño cognitivo (Ver *Tabla 2*).

Tabla 2

*Escala de gravedad de la discapacidad intelectual.*

Escala de gravedad	Dominio conceptual	Dominio social	Dominio práctico
Leve	En la escala de gravedad leve, se encuentra que en el dominio conceptual no se ven afecciones en niños de edad preescolar, pero en adultos o niños de edad escolar se observa una dificultad referentes a las aptitudes académicas relacionadas con la escritura, la lectura, la aritmética entre otras y requieren de en estos campos para cumplir las expectativas relacionadas	El individuo es inmaduro en sus relaciones sociales. Un ejemplo de esto es que la persona no perciba las señales sociales de sus iguales. Puede existir una dificultad para regular sus emociones y el comportamiento de forma apropiada según su edad. Se ve una escasa comprensión del riesgo en ciertas situaciones sociales; existe presencia de inmadurez en el juicio	La persona puede que funcione de forma apropiada en su cuidado personal. Pero requiere de cierta asistencia con tareas complejas de la vida diaria. En la adultez se requiere ayuda principalmente con la compra, la organización doméstica, el transporte, preparación de los alimentos y la gestión bancaria y el manejo del dinero.



---

<p>con la edad. En los adultos se ve presencia de alteraciones en el pensamiento abstracto, planificación, las funciones ejecutivas, flexibilidad cognitiva y de memoria a corto plazo. Además se ve un enfoque concreto a los problemas y soluciones en comparación a los grupos de la misma edad.</p>	<p>social lo que representa un riesgo de ser manipulados por otros.</p>	<p>En cuanto a las habilidades recreativas, estas son similares a las de los grupos de la misma edad; solo se observa dificultad en la organización del ocio y el bienestar. En la vida adulta la persona necesita de ayuda para tomar decisiones sobre el cuidado de la salud y ámbitos legales, para aprender a realizar de forma adecuada una vocación que requiera de ciertas habilidades. Y se necesita de ayuda para criar una familia.</p>
---	---	---

---

Moderado	<p>Las habilidades conceptuales de la persona están notoriamente retrasadas en comparación con sus pares. En preescolares las habilidades pre-académicas y el lenguaje se desarrolla con lentitud. En escolares se ve un desarrollo lento en el progreso de la lectura, la escritura, la matemática y requieren de un tiempo más prolongado para comprender.</p> <p>En adultos el desarrollo de las aptitudes académicas se encuentra en un nivel elemental lo que abarca las áreas laboral y personal. Requieren</p>	<p>En cuanto al comportamiento social y comunicativo se presenta una notable diferencia respecto a sus iguales. El lenguaje hablado se encuentra mucho menos complejo que sus iguales. La capacidad para relacionarse se encuentra principalmente ligada al círculo familiar, el individuo puede generar amistades satisfactorias y en ocasiones relaciones sentimentales .</p> <p>Pero a pesar de esto la persona no logra identificar de forma precisa las señales sociales. Se ve afectada la capacidad para</p>	<p>La persona logra tener una responsabilidad de sus necesidades personales aunque requiere de un periodo largo de aprendizaje para que este sea autónomo en todos los campos, en ocasiones requieres de una persona que le recuerden que debe hacer. De igual manera la persona logra participar en actividades domesticas en la vida adulta, aunque requiere de un periodo largo de aprendizaje y supervisión continua para que este sea completamente</p>
----------	---	---	--

de ayuda continua para poder tomar decisiones y el juicio social., funcional en su vida adulta. El completar tareas conceptuales de la por lo cual los cuidadores deben adulto puede asumir cargos vida cotidiana y a veces requieren ayudar al individuo en la toma de laborales que requieran de una que un acudiente se encargue decisiones en la vida. habilidad conceptual y completamente de la Debido a las limitaciones que comunicativa limitada, pero responsabilidades del individuo. posee, la amistad con los iguales se requiere de supervisión ve afectada en cuanto a la constante de sus superiores comunicación y lo social. Estos para tener éxito en las tareas. individuos requieren de ayuda Una minoría presenta social y comunicativa para poder comportamientos inadaptativos realizar el trabajo con éxito que causan ciertos problemas sociales.

Grave	Las habilidades conceptuales se encuentran reducidas. Se observa un poco comprensión del lenguaje de	Se observa un lenguaje hablado bastante limitado en cuanto a la gramática y al vocabulario. El	El individuo requiere de la ayuda de sus acudientes para realizar actividades de la vida
-------	--	--	--

---

conceptos que implican números, habla de estos individuos consta cotidiana, tales como bañarse, tiempo, dinero y cantidades, al igual principalmente de palabras sueltas comer, las funciones excretoras que el lenguaje escrito. o frases las cuales se complementan etc. Este requiere de una En este caso se requiere que los con medidas de aumento. Los supervisión constante en todo cuidadores proporcionen un nivel de tiempos que logran manejar son el momento. ayuda notable para la resolución de presente los cuales se centran en El individuo no logra tomar problemas durante toda la vida. acontecimientos cotidianos. decisiones de forma El lenguaje es empleado para la responsable en cuanto a su comunicación social más que para bienestar o el de otra persona. la explicación. Los individuos En la vida adulta , este requiere logran comprender el habla si esta de apoyo constante en tareas es sencilla y muy gesticular. domesticas, en el trabajo y en Por ultimo estos individuos sienten el ocio. placer al relacionarse con los Para la adquisición de miembros de su familia y con otros habilidades en todos los

---

	parientes además estos son fuente de ayuda.	dominios requieren de un aprendizaje a largo plazo y ayuda constante.	En una minoría se encuentra presencia de comportamiento inadaptado que incluye autolesiones.
Profundo	Las habilidades conceptuales se encuentran limitadas al mundo físico más que a procesos simbólicos. El individuo logra utilizar objetos que se encuentren dirigidos a alcanzar un objetivo para el cuidado de si mismo, el trabajo y el ocio. Puede que la persona posea algunas habilidades	Se ve presencia de una limitada de a comunicación simbólica en el habla y la gesticulación. El individuo posee la habilidad para comprender algunas instrucciones y gestos sencillos. El individuo se vale principalmente de su comunicación no verbal y no	Para el cuidado diario de lo físico, para la seguridad y la salud. Pero a pesar de esto el individuo puede participar en algunas de estas actividades. Los individuos que no posean alteraciones físicas graves logran participar de las tareas

---

viso-espaciales, como la simbólico para expresar sus propios del hogar. Las acciones  
 clasificación basada en deseos y sus emociones. sencillas con objetos son la  
 características físicas. Puede que La persona logra disfrutar de la base para las actividades  
 ocurra un impedimento en el uso interacción familiar y de la relación vocacionales de estar personas.  
 funcional de algunos objetos debido con sus cuidadores. Este logra dar La presencia de alteraciones  
 a la existencia de alteraciones inicio y responder a interacciones físicas y sensoriales es un  
 motoras y sensitivas. sociales pero por medio de señales factor que impide la  
 gestuales y emocionales. Muchas participación de este individuo  
 actividades sociales pueden verse en actividades domésticas,  
 impedidas por las alteraciones vocacionales y recreativas.  
 sensoriales y físicas que presenta la  
 persona.

---

Entre menores sean las alteraciones funcionales y estructurales del Sistema Nervioso Central (SNC) del individuo con SD, habrá una mayor posibilidad de que su desarrollo cognitivo sea mejor (García, 2010). Por otro lado gracias a los programas de intervención temprana se observa un aumento en el sustrato biológico lo que permite un mejor proceso para aprender y retener información lo que puede beneficiar a la maduración cerebral de las personas con SD (García, 2010).

Es fundamental en el aprendizaje el desarrollo de las funciones ejecutivas a saber:

### **Atención**

La atención es uno de los procesos básicos que permite el procesamiento de la información de cualquier tipo, sean sonidos, olores, imágenes o palabras necesarias para la realizar cualquier actividad (Fernández & Flórez, 2016). Su función es seleccionar del entorno aquellos estímulos que sean relevantes para desarrollar una tarea y alcanzar unos objetivos (Fernández & Flórez, 2016). La atención es un proceso que no es estático, es activo, y además de facilitar y participar en los procesos cognitivos superiores, exige un alta implicación conductual y emocional del individuo ya que depende de las expectativas, intereses, y experiencias previas del sujeto (Garrido, 2000; Londoño, 2009)

Para interpretar la gran cantidad de estímulos a los cuales nos vemos sometidos a diario existe un mecanismo neuronal que permite regular, seleccionar y organizar la recepción de la información. La atención no es solamente el “prestar atención”, según Fuentes y Lupiañez (2003) existen tres redes atencionales que a pesar de ser separadas se encuentran relacionadas entre si.

La red de alerta es el momento en el cual los procesos de atención se encuentran más elevados y los procesos de preparación de la atención dirigida hacia un objetivo se encuentran (Fernández & Flórez, 2016). Incluye el estado de alertamiento (*arousal*) que

para Fernández y Flórez (2016) es “el suministrador del tono atencional y que se refiere a la activación general inespecífica de carácter involuntario, basado en una red córticosubcortical del hemisferio derecho, en la que el cíngulo anterior funciona como coordinador central” (p. 9). Esta red completa juega un papel importante en las tareas en las cuales el sujeto debe mantener la atención durante un periodo de tiempo, y las estructuras cerebrales implicadas con la corteza prefrontal y parietal derecha (Fernández & Flórez, 2016)

La red de orientación es la capacidad para priorizar información del entorno, esta implicada en la dirección de la atención a determinados estímulos para la búsqueda de información relevante. También conocida como atención selectiva, la red de orientación depende de la integración de las zonas del córtex parietal posterior derecho y de sus conexiones (Raz & Buhle, 2006). Al haber tantas estructuras cerebrales implicadas en la atención una lesión en cualquiera de ellas podría generar una alteración, por ejemplo una lesión en la corteza temporoparietal afecta la capacidad del individuo para cambiar el foco atencional de una tarea a otra (Fernández & Flórez, 2016).

La red de atención ejecutiva o supervisora, se encarga de regular las áreas cerebrales para ejecutar tareas cognitivas complejas. La atención ejecutiva integra los procesos de atención dividida, preparación, inhibición y atención sostenida (Fernández & Flóres, 2016). La red de atención ejecutiva esta constituida por regiones prefrontales laterales y cíngulo anterior y sus conexiones (Fernández & Flórez, 2016). Una lesión en cualquiera de estas áreas cerebrales puede dar como consecuencia trastornos de la vigilancia, distractibilidad o perseveraciones entre otros (Fernández & Flórez, 2016).

Las características estructurales y funcionales del sistema nervioso de los niños con SD explican las dificultades en la atención y en especial las fallas en la atención sostenida.



Como se ha señalado previamente la atención es un proceso de integridad funcional del giro cingular anterior, corteza prefrontal, corteza parietal inferior y el tálamo (Mesulam, 1990; Filley, 2002); en las personas con SD se ve una alteración en estas redes neuronales y en estas estructuras cerebrales lo que conduce a la disfunción atencional que se evidencia en esta población (Fernández & Flórez, 2016). En los primeros años de desarrollo se observa que los niños con SD poseen mayor dificultad para desplazar su centro de atención de un objeto a otro, y para llevar una atención conjunta con su madre y un juguete (Fernández & Flórez, 2016), requieren de periodos más prolongados para poder captar los estímulos, procesar la información y dar una respuesta, hay dificultad para percibir los estímulos y organizar la respuesta motora más adecuada (Fernández & Flórez, 2016).

Por lo general se ve una escasa diferenciación entre estímulos antiguos y recientes, tienden a la distracción, se les dificulta continuar con tareas específicas, poseen dificultad para focalizar su atención y mantenerla durante periodos prolongados (Fernández & Flórez, 2016). Además la atención focalizada y selectiva está afectada, el centrar la atención en un estímulo por encima de cualquier otro que se presente en forma simultánea es una tarea que para el niño Down implica un reto muy grande, asimismo les cuesta mucho trabajo el sostener dicha atención concentrándose en una actividad específica o en un objeto determinado (Miranda, Roselló & Soriano, 1998; Servera & Galán, 2001).

Dadas estas dificultades los niños con SD que asisten a la escuela muestran fallas en tareas simultáneas, perciben que la tarea que están realizando es distinta a la de sus demás compañeros, tienden a distraerse con mayor facilidad y a exigir la atención del docente (Ruíz, 2013). Sus periodos atencionales son cortos, por ende en las explicaciones extensas del docente suelen perder la concentración y la explicación (Fernández & Flórez, 2016). El mantener la atención es un proceso activo que exige un gran esfuerzo. Los niños con SD

son más vulnerables a los estímulos del contexto que los otros niños, por esto muestran mayor distracción; además tienden a fatigarse fácilmente y por este motivo requieren de pausas activas más prolongadas para recuperarse y lograr mantener el foco atencional.

La atención se ve influenciada por diversos factores, y varía según el interés y la motivación intrínseca del sujeto frente a la tarea. En los niños con SD la motivación intrínseca parece ser débil, y esta suele debilitarse más si la tarea es más prolongada, con un grado de dificultad elevada y menos agradable (Fernández & Flórez, 2016).

A todo lo anterior se debe sumar que los sujetos con SD procesan en un menor nivel la información auditiva que la visual, dado que la primera es procesada como lenguaje y en ellos existe alteración funcional y estructural de los lóbulos frontales y temporales que están relacionados con el lenguaje (García. 2010; Molero & Nathzidy. 2012). El desarrollo de la atención involucra procesamiento auditivo y la dificultad de estos niños en esta área se manifiesta como limitación en la percepción y discriminación auditiva, lo que puede llevar al niño a no atender auditivamente y preferir una acción o tarea manipulativa que sea de su agrado (Fernández & Flórez, 2016).

## **Memoria**

La memoria se define, según Fernández & Flórez (2016), “como una función neurocognitiva que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar, recuperar y evocar la información previamente almacenada” (p.1), y depende del funcionamiento de múltiples circuitos que se localizan en diferentes estructuras del Sistema Nervioso Central (SNC). La memoria, al igual que la percepción, la atención o el lenguaje, es parte fundamental del desarrollo cognitivo (Fernández & Flórez, 2016), en los sujetos con SD se observan dificultades de memoria en cualquiera de sus modalidades que varían en su grado de severidad y modalidad.

**Memoria a corto plazo (MCP)**

La memoria a corto plazo (MCP) tiene como propósito la retención, el procesamiento y la consolidación de la información (Fernández & Flórez, 2016), en la MCP una parte de la información sensorial es retenida y se evalúa su pertinencia para ser almacenada en la memoria a largo plazo (MLP) (Fernández & Flórez, 2016). Es la primera etapa en la cadena de aprendizaje, y por lo tanto su compromiso afectará el mismo (García, 2010).

El estudio de Fernández & Gràcia (2013) mostró que la memoria a corto plazo (MCP) de los sujetos con SD es muy limitada, de manera que enfrentarlos a información demasiado extensa y en muy poco tiempo no permitirá almacenamiento funcional de lo presentado. Según Portellano, García, Mateos, & Martínez (2000) en estos sujetos el recuerdo de un listado de dígitos es muy pequeño, lo que va a generar dificultad en los cálculos aritméticos logrando realizar operaciones elementales con un gran esfuerzo; así mismo en el razonamiento aritmético fallarán sistemáticamente, debido al compromiso de las funciones de la corteza prefrontal (García, 2010).

En sujetos con SD se observa un déficit en el procesamiento de la información auditiva y visual (Flórez, 1991), en la retención de información y de secuencias de conducta debido a las alteraciones estructurales y funcionales de la corteza prefrontal, áreas de asociación auditivas (CTS) y visuales (lóbulo temporal inferior y superior), la corteza cingulada, hipocampo y zonas parietales posteriores (García, 2010; Pinter et al., 2001 & Hampel & Taipel., 2004); así mismo se observa una baja capacidad para captar y memorizar imágenes, listados de números y de palabras. Cuando se realiza el recobro de frases, la información memorizada y reproducida es muy baja en comparación al recobro de palabras.

Al aplicar pruebas neuropsicológicas que miden la MCP los niños con SD tienen un desempeño bajo, en especial en la retención y evocación de listados de palabras, dígitos, imágenes y frases. En las sub pruebas relacionadas con retención de palabras de un listado de 6, logran retener entre 2 y 3 palabras (Portellano et, al., 2000). En edades tempranas los niños con SD parecen manifestar un desempeño similar en la MCP al de niños sin SD, y a mayor edad, las diferencias en la MCP son más notables. Jóvenes de 16 años con SD no logran recordar los 7-8 dígitos que logran recordar los jóvenes sin SD de un listado de números. En el caso de las frases, los niños con SD recuerdan aquellas que sean de 3 a 4 palabras, pero cuando las frases se vuelven de 5 a 6 palabras, solamente logran recordar algunas de ellas, perdiendo estructura sintáctica y gramatical. Evocan las primeras palabras que recuerdan sin coherencia y estructura de la frase.

**Memoria de trabajo (MT)**

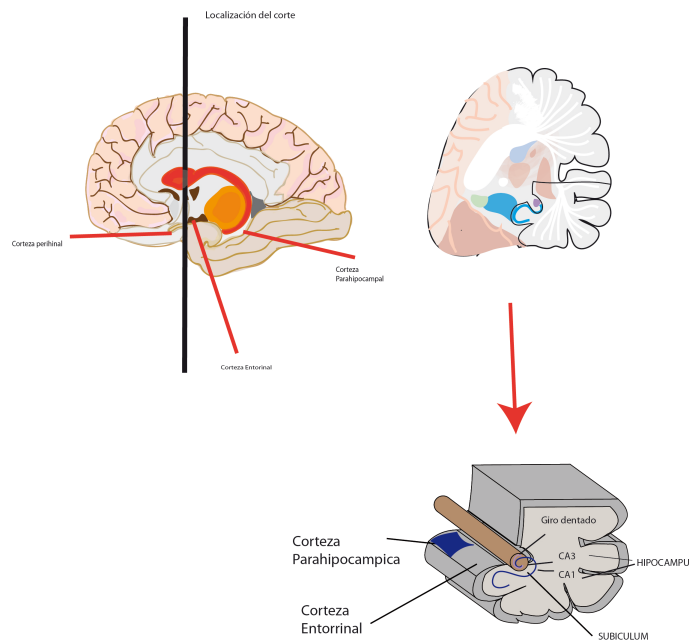
La memoria de trabajo es la capacidad para mantener la información el tiempo suficiente para poder llevar acabo acciones secuenciales (López & Solís, 2009), se propone que la MT está compuesta por dos sistemas: uno llamado administrador central que se relaciona con el control de la atención y que posee una capacidad muy limitada, este supervisa y coordina la actividad de dos sistemas subordinados que son: articulatorio y fonológico encargado de manipular la información proveniente del lenguaje y el otro sistema viso-espacial, que se encarga las imágenes mentales (López & Solís, 2009). El buen funcionamiento de la MT depende de varias áreas cerebrales: sensoriales primarias, lóbulo prefrontal, nucleo nigroestriado, núcleo dorso-medial del tálamo, entre otros (López & Solís, 2009).

**Memoria a largo plazo (MLP)**

La memoria a largo plazo (MLP) permite almacenar, codificar y recuperar información, (Portellano, 2005). Anatómicamente se encuentra relacionada principalmente con el hipocampo. El hipocampo es una estructura ubicada en el lóbulo temporal, que se encuentra intercomunicada con diversas regiones de la corteza cerebral dando como resultado el sistema hipocámpico que incluye la corteza entorrina., parahipocampal y perirrinal (Kandel, Kupfermann, & Iversen, 2013) Por otro lado el hipocampo también está relacionado en forma importante con la representación espacial, esto último está documentado a partir de trabajos experimentales en ratones con lesiones localizadas en el hipocampo que muestran un déficit en la memoria espacial y de contexto (Kandel et al., 2013).

En los años 50 por medio del estudio de pacientes, a los cuales se les realizó cirugía como tratamiento para la epilepsia con resección bilateral del hipocampo y regiones vecinas en los lóbulos temporales (Kandel et al., 2013) se pudo observar como secuela, un compromiso importante de la memoria. La doctora Brenda Milner, estudió el caso de H.M, un paciente intervenido a los 27 años de edad por presentar crisis convulsivas de difícil manejo (Kandel et al., 2013). La cirugía se llevó a cabo extrayendo el hipocampo, la amígdala y partes del área asociativa del córtex temporal bilateral, causando alteración de la memoria de largo término posterior a la cirugía, mientras la memoria de los eventos anteriores a la misma se encontraban conservados (Kandel et al., 2013). H.M. recordaba su nombre, su trabajo y eventos de su infancia, pero manifestaba amnesia retrograda para aquella información ocurrida en los años previos a la cirugía y amnesia anterógrada para aquella información posterior a la misma, no tenía dificultad alguna en el lenguaje y su CI permaneció intacto (Kandel et al., 2013).

El hipocampo es la estructura fundamental en la elaboración de la MLP. Se han documentado otros casos como el de R.B, quien tuvo una lesión en las células piramidales en la región CA1 del hipocampo después de un ataque cerebrovascular que desencadenó un déficit en la memoria explícita (Kandel et al., 2013).



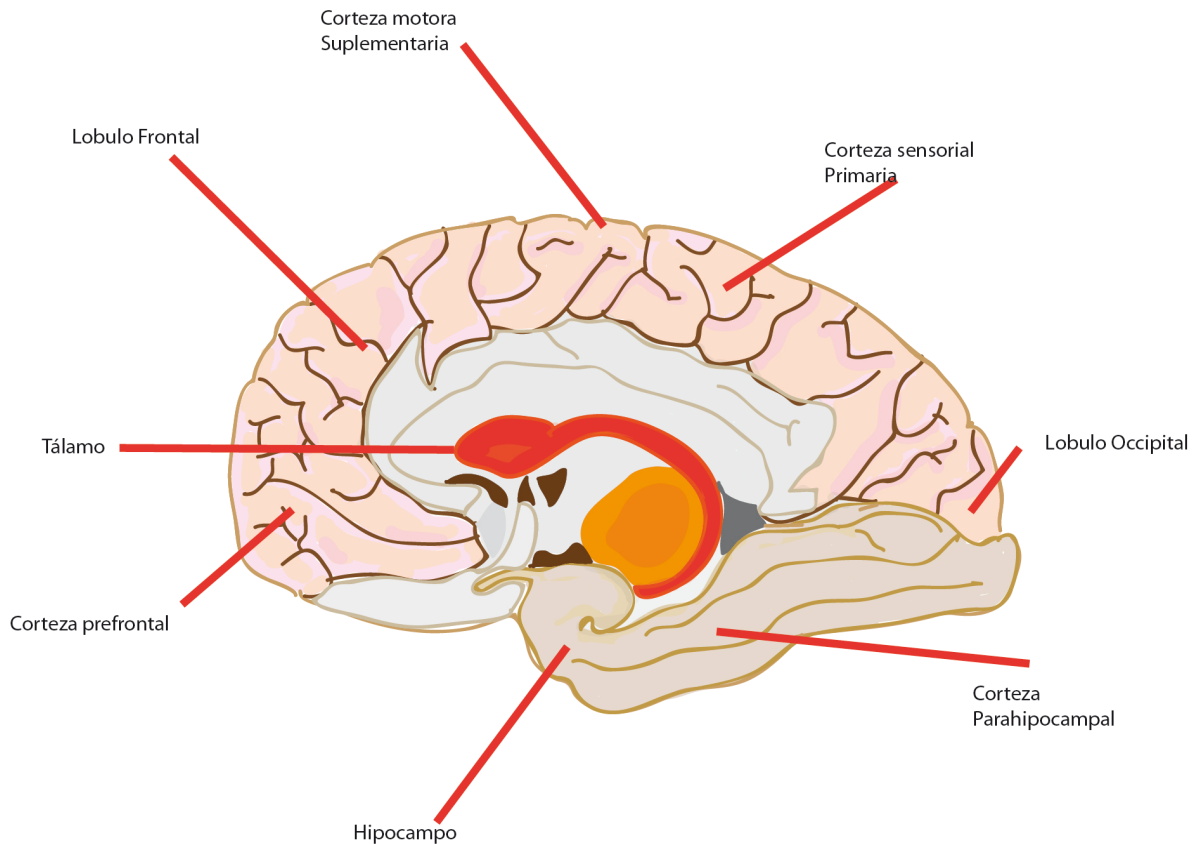
*Figura 5.*

Componentes claves del lóbulo temporal medial importante para el almacenamiento de memoria. Fuente: Elaboración propia.

## Memoria implícita

Está relacionada con las destrezas perceptivas, motoras, cognitivas adquiridas y es un sub sistema de la memoria encargada de la memoria procedimental (Ruiz, 1991). Esta se construye lentamente por medio de la repetición de numerosos de ensayos, es expresada por medio de conductas de ejecución , como por ejemplo el montar en bicicleta. Las áreas

cerebrales que se encuentran implicadas en la memoria implícita son los ganglios basales y el cerebelo entre otras (Ver Figura 6, 7 y 8) (López & Solís, 2009).

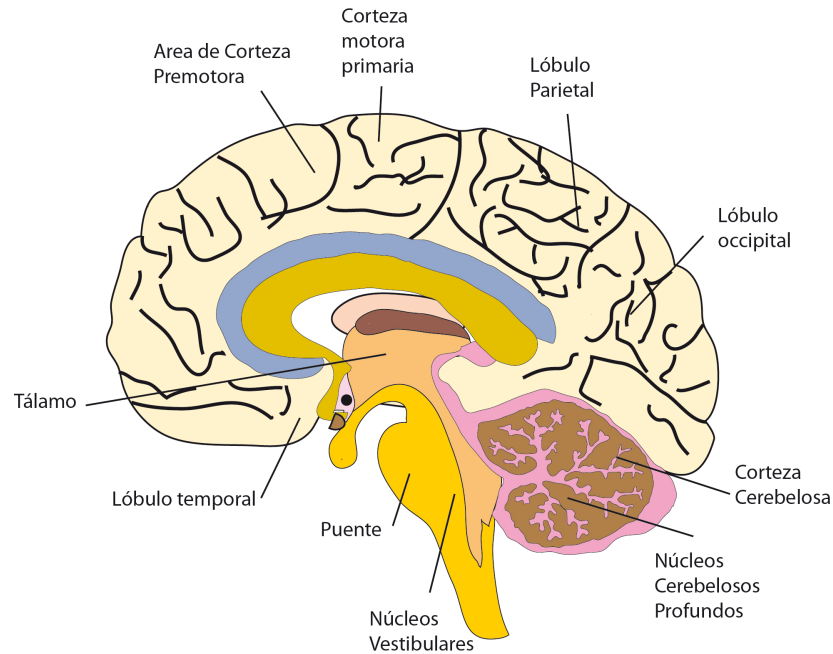


*Figura 6.*

Áreas cerebrales asociadas a la memoria y el aprendizaje. Fuente: *(Elaboración propia)*.

En el SD se observa que la memoria implícita se encuentra menos afectada que la explícita, lo que permite generar una serie de aprendizajes útiles para la vida diaria; dicho aprendizaje requiere de condicionamientos, sistemas de transmisión y asociaciones entre estímulo y respuesta. Además de estos factores la satisfacción y la motivación son dos elementos fundamentales para generar el aprendizaje (Flórez, 1999; Fernández y Flóres, 2016). La ventaja que se presenta en el SD con respecto a la memoria implícita, es que esta al ser de carácter procedimental, la información se consolida en forma diferente que la

memoria explícita, esto nos sugiere que las actividades que sean dadas a un alumno con SD, deben ser de tipo práctico para generar una integración de la información a la MLP (García, 2010).



*Figura 7.*

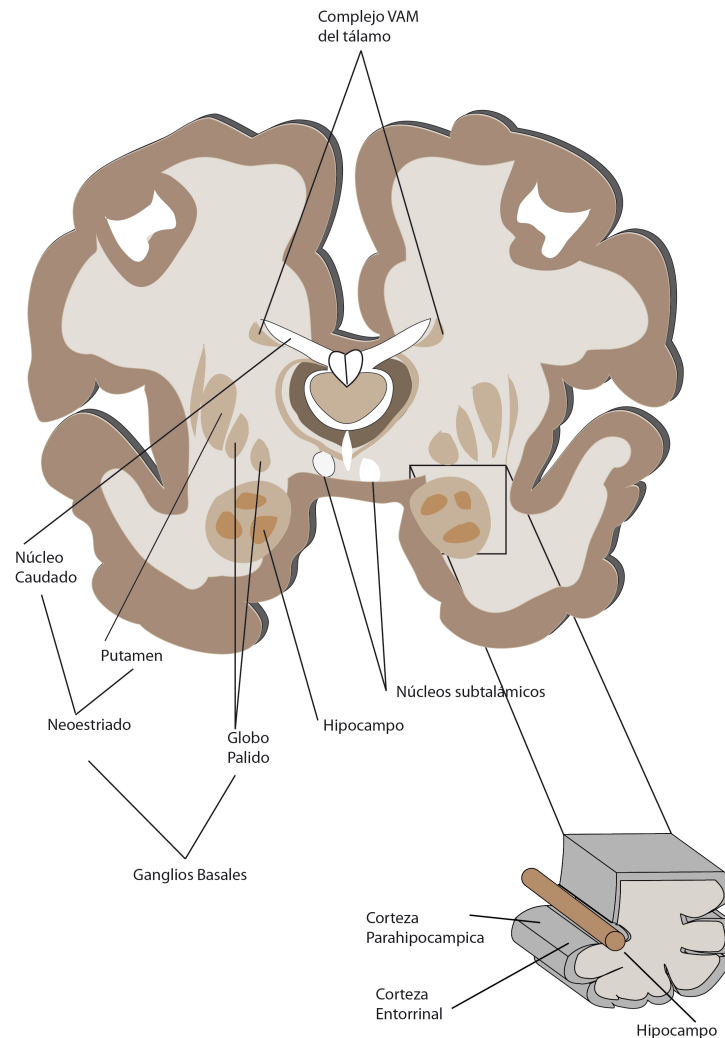
Corte sagital que muestra el cerebelo y otras áreas implicadas en la memoria y el aprendizaje. Fuente: *(Elaboración propia)*.

### **Memoria explícita**

Este tipo de memoria es la que permite evocar el “qué” de las experiencias del pasado, rostros, conceptos, hechos etc. (López & Solís, 2009). Es lo que en el lenguaje común se conoce como “memoria” (López & Solís, 2009). La memoria explícita se subdivide en memoria episódica y semántica, la primera se refiere a los conocimientos autobiográficos, como por ejemplo lo que una persona realizó el fin de semana anterior, mientras que la memoria semántica se refiere al conocimiento del significado de las palabras y la denominación que hacemos a través de ellas del entorno que nos rodea.



Las áreas cerebrales implicadas en este proceso son el lóbulo temporal, el hipocampo, núcleos talámicos, corteza prefrontal, áreas de asociación neocorticales, y giro dentado o circunvolución dentada (Ver Figura 6 y 8) (López & Solís, 2009; García, 2010; Molero & Nathzidy, 2013).



*Figura 8.*

Componentes de los ganglios basales y de algunas zonas cerebrales relacionadas con la memoria y el aprendizaje. Fuente: *(Elaboración propia)*.

Este tipo de memoria en el SD parece estar afectada en un mayor grado que la memoria implícita, el recuerdo de datos autobiográficos y de hechos es bastante pequeño y

no se aproxima al de las personas con desarrollo típico (García, 2010). Esto no implica que los sujetos con SD tengan una imposibilidad para recordar hechos, más bien poseen una reducida capacidad para indicar fechas y hechos con precisión, lentitud para captar nueva información, requieren de periodos un poco más prolongados para programar acciones futuras y presentan dificultades para recordar ciertos conceptos previamente aprendidos (García, 2010).

### **Lenguaje**

El lenguaje es una función cerebral compleja mediada por la interacción del desarrollo biológico del cerebro y el entorno social en el cual se encuentra la persona (Dronkers, Pinker, & Damasio, 2013).

El lenguaje hablado es una habilidad específicamente humana que se desarrolla paulatinamente y sin una enseñanza particular siempre que quien lo aprende esté en un medio ambiente que sea estimulante, y los sustratos neurales y sensoriales se encuentren funcionando adecuadamente.

Los estudios de Broca y Wernicke en el siglo XIX aportaron las bases para identificar las regiones cerebrales que participan activamente en el procesamiento del lenguaje. A partir de casos clínicos de pacientes con dificultad para hablar o comprender el lenguaje, se pudo establecer que las regiones del hemisferio izquierdo relacionadas con la expresión verbal están localizadas en el lóbulo frontal, en la tercera circunvolución frontal, área de Broca; mientras que el área temporal inmediatamente por detrás de la corteza auditiva primaria, correspondiente al área de Wernicke se relaciona con el procesamiento auditivo de los sonidos del habla y la decodificación de esta información para la comprensión verbal.

Se denominan igualmente como: área receptiva encargada de la comprensión del lenguaje a partir de la decodificación y el procesamiento auditivo lingüístico (Owens, 2003).

El procesamiento lingüístico auditivo comienza al ser percibido el estímulo, esta información va a los núcleos cocleares dorsales y ventrales, al complejo olivar y de allí va a los tubérculos cuadrigéminos. De estos últimos va información hasta el núcleo genicular medial del tálamo de donde parten fibras hasta la circunvolución de Heschl (Ver Figura 9). La cual con ayuda de las áreas adyacentes, analiza dicha información auditiva y separa aquella que es significativa lingüísticamente del ruido de fondo (Owens, 2003). El input lingüístico es procesado en el lóbulo temporal izquierdo, mientras que el ritmo, tono y entonación en el lóbulo temporal derecho, de este modo se da un almacenamiento diferenciado pero interrelacionado (Owens, 2003). El área de Wernicke se encarga del análisis lingüístico, esta se ubica en el lóbulo temporal izquierdo, dicho proceso no lo hace únicamente el área de Wernicke, sino también la circunvolución angular y la supramarginal colaboran generando la integración de la información táctil, visual y auditiva con la representación lingüística (Owens, 2003). Al ocurrir algún tipo de lesión en estas áreas, se da un rompimiento de la conexión entre el lenguaje oral y el visual lo que da como resultado una comprensión de la lectura solamente si se realiza en voz alta (Owens, 2003). La circunvolución angular se ve implicada en el recuerdo de palabras y la supramarginal con el procesamiento de las unidades sintácticas de mayor complejidad, como por ejemplo una oración (Owens, 2003).

En general el lóbulo occipital es el encargado de la identificación visual lingüística, dentro de este se encuentra el área 18 y 19 de Brodmann las cuales que participan en el análisis perceptivo de las palabras; el área 17 se encarga del procesamiento de las

sensaciones visuales, los cuales intervienen de forma directa con la identificación de la escritura y de la lectura (Kandel et al., 2013; Portellano, 2005). El lóbulo parietal es la zona de integración de los estímulos auditivos y visuales, en esta se encuentran dos áreas fundamentales para el lenguaje, la circunvolución supramarginal y la angular (Kandel et al., 2013). Ambas desempeñan la función de integración multimodal de la información sensorial, lo que permite la comprensión del lenguaje lectoescrito (Kandel et al., 2013).

El área expresiva se encarga de la programación para la expresión verbal y escrita (Portellano, 2005). La corteza prefrontal estará involucrada en los procesos de motivación del lenguaje generando estrategias para iniciar la comunicación verbal o escrita. El área de Broca (44 y 45 de Brodmann) se relaciona con los programas motores para la expresión del lenguaje oral o escrito (Portellano, 2005); y por último se encuentra la corteza motora primaria la cual se ubica por delante de la cisura central, esta se encarga de iniciar los movimientos bucofaríngeos (Portellano, 2005).

### **Anomalías en el lenguaje en el síndrome de Down**

Las personas con síndrome de Down (SD) presentan compromiso del lenguaje tanto en comprensión como en expresión, según Santos & Bajo (2011) “La persona con síndrome de Down encuentra dificultades tanto en el procesamiento de la información que le llega auditivamente como por el canal visual, aunque por regla general, el problema es mayor cuando el canal de recepción es el oído” (p. 4).

Principalmente se observa una lentitud en la producción del lenguaje, la edad promedio en la cual empiezan a emplear palabras con significado es de tres años; en la segunda infancia e inicios de la adolescencia se da el uso de frases de seis o siete elementos, dando así una ampliación en la longitud de las oraciones (Ronald, 2006). El discurso de estos sujetos es de difícil comprensión, principalmente debido a la

comorbilidad de problemas articulatorios y prosódicos que presentan, es más, varias de las configuraciones fonológico-articulatorias se adquieren de forma retardada (Ronald, 2006). Este retraso articulatorio es producido por múltiples factores, entre estos se encuentra el desarrollo anómalo del aparato fono articulator, la presencia de déficit auditivos periféricos durante el procesamiento de señales acústicas y trastornos auditivos centrales durante el procesamiento del mensaje escuchado (Ronald, 2006). Con respecto al desarrollo anómalo del aparato fono-articulator se pueden identificar factores centrales y periféricos que influyen de forma negativa en el lenguaje, entre los factores centrales se encuentra la presencia de hipotonía de los músculos responsables del funcionamiento del aparato laríngeo; entre los factores periféricos se encuentra la reducida cavidad orofaríngea, la presencia de adenoides de longitud anómala, la posibilidad de un paladar duro y fisurado, de una mandíbula movida en posición fuera de la norma y presencia de una lengua de gran tamaño en relación a las dimensiones de la cavidad oral (Ronald, 2006).

Estas dificultades en la expresión, comprensión y reproducción del lenguaje que presentan los sujetos con SD, se asocian al reducido volumen celular en las áreas temporales, frontales, secundarias y primarias del cerebro (García, 2010).

De las zonas específicas del control lingüístico que se encuentran comprometidas está la circunvolución temporal superior (CTS) izquierda, esta es el área encargada de la integración de toda la información sintáctica y semántica. En el lóbulo temporal izquierdo, donde está ubicada la CTS, también se encuentra el área de Wernicke, que es el centro receptivo y sensorial del habla (García, 2010). El reducido volumen celular en estas áreas en los sujetos con SD pueden asociarse a la dificultad en la comprensión del lenguaje y formulación de este mismo (García, 2010).

Otra área cerebral que se encuentra afectada en el SD, es el área 6 de Brodmann; dicha zona limita con la tercera circunvolución frontal del hemisferio izquierdo o el área de Broca (García, 2010). El área de Broca proyecta una serie de fibras, a las áreas de la corteza motora del lóbulo frontal encargadas de manejar los músculos empleados en la articulación, y además esta es el centro motor del habla (Ronald, 2006). Entre el área de Broca y de Wernicke se encuentra una serie de fibras de asociación que las conectan, dichas fibras se encuentran ubicadas en zonas afectadas en SD, lo que puede afectar en gran medida la capacidad de codificación del lenguaje de los sujetos Down (García, 2010).

El aspecto que suele destacarse con frecuencia en los niños con SD, en cuanto al lenguaje es la extraña relación entre la producción-comprensión de este, se evidencia que la comprensión es mayor que la producción, aunque las zonas encefálicas que manejan ambas habilidades se encuentran afectadas, se puede inferir que las afecciones se dan a nivel de las estructuras corticales encargadas de gestionar el lenguaje (García, 2010). Esto implica que el mensaje que es transmitido a un niño con SD es procesado, pero si este es demasiado extenso y complejo la comprensión de este se verá debilitada o completamente afectada (García, 2010).

### **Rendimiento psicomotor**

En estudios del desarrollo motor del niño con SD realizados en los años 60s se reportó que en los primeros seis meses de vida, dicho desarrollo motor es similar al de la población general (Fischler, Share, & Koch, 1964). Sin embargo, posteriormente se pudo observar que, entre las seis semanas y los dos años de edad dicho desarrollo motor se da lentamente.

Las personas con SD suelen ser propensas a ciertas complicaciones, tales como dislocación y subluxación de cadera, rotula y columna cervical como consecuencia de sus

características osteomusculares, lo anterior puede influenciar el desarrollo motor de ellos (García, 2010). La dislocación del tobillo o la cadera produce alteración de la marcha debido al dolor producido por la lesión; la laxitud ligamentosa dada por alteraciones en el colágeno y la reducción de fuerza por la hipotonía, son factores que influyen de forma directa el desarrollo motor de las personas con SD (García, 2010). La hipotonía suele ser el principal responsable del retraso motor, pero además de este existen otros elementos externos que pueden influenciar dicho retraso (Póo & Gassión, 2000).

Al reducido tamaño del cerebelo, estructura implicada en el movimiento voluntario, y del tronco cerebral en el SD, se le ha adjudicado la responsabilidad de la hipotonía que presentan la mayor parte de esta población. (García, 2010). El cerebelo influye en el tono que ejercen los diferentes músculos del cuerpo para el ritmo, el equilibrio, la fuerza de las contracciones de los músculos voluntarios, que dan como resultado movimientos uniformes y coordinados; todo esto lo realiza por medio de sus conexiones eferentes y aferentes (Riquelme & Manzanal, 2006). Debido al reducido tamaño del cerebelo y del tronco cerebral es que se ven afectadas la orientación corporal, la coordinación motora, la habilidad para aprender movimientos nuevos y la calidad cinestésica en el SD. En actividades que implican el uso de una motricidad gruesa, tales como el saltar con los pies juntos o el correr tres metros sin caerse, los sujetos con Down pueden desarrollar la tarea sin dificultad aparente, pero en actividades que exigen el uso de una motricidad fina, tales como el ensartar cuencas en un hilo, el enchutar una pelota o lanzar un dardo a una diana se observan dificultades.

### **Cognición en el Síndrome de Down**

Se debe considerar que el estado de salud general del niño puede influir en el desempeño en habilidades cognitivas. La población con SD suele tener afecciones en la

visión y audición que son fácilmente corregibles, pero de no hacerlo, puede repercutir en el proceso de ingreso de la información y en su posterior procesamiento (Paz & Puentes, 2010).

La cognición de estos sujetos en general se encuentra en la categoría de discapacidad intelectual que varía entre uno y otro y además puede oscilar entre leve, moderada, grave y profunda (Ver Tabla 2). En estudio de Paz y Puentes, realizado en población española con SD se encontró que como grupo su función intelectual oscilaba entre los niveles leve y moderado, con ciertas excepciones por debajo y por arriba de estas (2010). Esto último se atribuía a una baja estimulación ambiental más que a las capacidades funcionales cerebrales en si mismas (Paz & Puentes, 2010). En los sujetos con SD ocurre que un individuo puede destacar en algún o algunos factores específicos del grado de inteligencia respecto a sus compañeros, las afecciones que manifiesta en los diferentes campos pueden ser muy distintas entre ellas y no existe relación directa entre las mismas (Paz & Puentes, 2010). Por lo general se observa que en los test estandarizados los sujetos con SD suelen tener puntajes más elevados en pruebas de carácter manipulativo, mientras que en las de lenguaje su puntaje es más bajo (Paz & Puentes, 2010).

Al aplicar pruebas de desarrollo en los primeros años de vida a niños con SD estimulados adecuadamente, las puntuaciones que se obtienen no varían con creces con respecto a la población típica, con el paso de los años al aplicar baterías que miden el coeficiente intelectual (CI) los sujetos con SD obtienen puntuaciones relativamente bajas, pero en periodos de la adolescencia este puntaje suele disminuir considerablemente (Paz & Puentes, 2010).



**Objetivo general**

Definir las características del desarrollo neuropsicológico de una población de niños con síndrome de Down entre 5 y 12 años en la ciudad de Bogotá.

**Objetivos Específicos**

1. Identificar las habilidades constructivas, lenguaje y flexibilidad cognoscitiva de los niños con SD.
2. Describir el desempeño de los niños con SD en las pruebas de lenguaje, flexibilidad cognoscitiva y habilidades constructivas de la batería Evaluación neuropsicológica Infantil (ENI) e Inventario de Desarrollo BATTELLE (BATELLE.)
3. Clasificar el desarrollo neuropsicológico de los niños con SD dependiendo de su desempeño en las diferentes pruebas del ENI y BATELLE.

## **Capítulo II. Método**

### **Participantes**

El siguiente estudio se llevó acabo con un total de 88 participantes, 40 de estos fueron del género femenino y 48 del masculino. Los 88 participantes se encontraban asistiendo a terapia en centros de estimulación dentro de la ciudad de Bogotá.

### **Aspectos éticos**

En este estudio se tuvieron en cuenta dos aspectos, por una parte se recogieron los datos sociodemográfico de la población y antecedentes importantes en su desarrollo y por otra parte se evaluarán las funciones, perceptuales, motoras, y del lenguaje en la población de 5 a 12 años. La primera parte se clasifica como “sin riesgo” y la segunda como “de riesgo mínimo”. De acuerdo a las normas establecidas según la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia (Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en Salud).

Se siguieron las recomendaciones de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

Se trata de un estudio de diseño observacional, que considera de riesgo mínimo, por cuanto hay una intervención directa sobre los sujetos en estudio y la única participación activa de parte de ellos consiste en la aplicación de pruebas de habilidades ejecutivas. Dada la condición de los pacientes participantes, inherentes al diagnóstico de síndrome Down, no es posible obtener el asentimiento en el momento de la aplicación de las pruebas correspondientes. En todo momento se respetaron los derechos de esta población vulnerable. Los investigadores obtuvieron de los padres un consentimiento informado al momento de participar en la aplicación de pruebas, el cual se adjunta a este protocolo, y guardarán la confidencialidad de los pacientes en este trabajo. A cada uno de los pacientes

que ingresó se le asignará un código de identificación, con el fin de mantener la confidencialidad de la información a estudio.

### Instrumentos

**Screening del Inventario del Desarrollo BATTELLE.** El *screening* del inventario de desarrollo *Battelle* está constituida por 96 ítems. Estos 96 ítems se encuentran agrupados en cinco grupos, de la siguiente forma:

- a. Personal/ social
- b. Adaptativa
- c. Motora
- d. Comunicación
- e. Cognición

Este *screening* permite determinar en que áreas se requiere una evaluación más profunda.

Para poder medir la validez del inventario, se aplicó a una población de 164 niños de la muestra clínica tipificada y de tipificación antes de aplicarles la batería *Battelle* completo (Newborg, Stock, & Wnek, 2009). Se observó que las 10 puntuaciones del *Screening* al compararlas con las del *Battelle* todas están por encima de 0.90, menos un área, cognitiva que tuvo un puntaje de 0.92 (Newborg, Stock, & Wnek, 2009). Por ende se puede afirmar que los resultados obtenidos en el *Screening* predicen de forma precisa los resultados de todo el *Battelle* y sus componentes (Newborg, Stock, & Wnek, 2009).

**Inventario del Desarrollo BATTELLE.** El Inventario de desarrollo BATTELLE, es un conjunto de sub pruebas que permiten la evaluación de las habilidades del desarrollo en niños de los cero a los ocho años de edad, su aplicación se debe realizar de forma individual (Newborg et al., 2009).

Este instrumento está constituido por 341 ítems agrupados en 5 grupos: personal social, adaptativa, motora, comunicación y cognitiva. Los ítems se califican con una escala de tres puntos de acuerdo a la habilidad para cada criterio: 0=No realiza la tarea, 1= existe una habilidad parcial para realizar la tarea y 2= realiza la tarea.

Este inventario posee un sistema de valoración de tres puntos divididos en cada una de las áreas, en total el *Battelle* da como resultado 30 puntuaciones, 22 que corresponden a las sub áreas, 5 puntuaciones totales de cada una de las áreas, 2 de las sub áreas motoras y 1 que es la puntuación total global (Newborg et al., 2009). Esta batería cuenta con un manual, seis cuadernillos de aplicación independiente, cuadernillo de anotación, un sobre con láminas, perfil, hoja de anotación de la prueba de *screening*.

Como se mencionó previamente en el apartado de pruebas neuropsicológicas, una batería requiere cumplir una serie de requisitos para ser efectiva, dentro de estos se encuentra la fiabilidad, para que las puntuaciones arrojadas por un test midan con exactitud la habilidad o característica que pretende medir. Debe tener una fiabilidad alta, esta solamente logra obtenerse por medio de los índices de fiabilidad, los más utilizados son la fiabilidad test/retest, la fiabilidad del examinador, el error típico de medida y la consistencia interna del test (Newborg et al., 2009). En el caso del *Battelle* para medir su validez se utilizó el Test-Retest dando un valor estadístico de 0,99 y el Error típico de medida que dio un valor estadístico de 20,02. Estos valores son relativamente pequeños en comparación con las puntuaciones de medias obtenidas para cada una de las áreas evaluadas, lo que indica que esta batería presenta un alto grado de estabilidad en sus puntuaciones (Newborg et al., 2009). Según los datos estadísticos, el inventario de desarrollo *Battelle* es un instrumento estable que brinda puntuaciones correctas y fiables en todos los rangos de edades para los cuales fue diseñada (Newborg et al., 2009).

Para la validación del *Battelle* se realizaron análisis lógicos y conceptuales y además procedimientos estadísticos. Se hizo un proceso extenso en el que la creación y revisión de cada uno de los ítems específicos para cada área, la selección, verificación y desarrollo de estos se llevo acabo por parte de expertos los cuales confirmaron que el inventario es válido desde la perspectiva del contenido (Newborg et al., 2009). Para la validez de constructo en el *Battelle* se basaron en la teoría general del desarrollo, la cual permitió realizar las predicciones derivadas que dieron una matriz de correlaciones altas y positivas lo que apoyó la predicción del índice de desarrollo común (Newborg et al., 2009).

Como el *Battelle* está constituido con el propósito de identificar los puntos fuertes y débiles de un niño, la muestra tipificada fue conformada por niños que se les había identificado algún trastorno del desarrollo, el inventario fue aplicado a 160 niños con diversas minusvalías, con lo cual se identificó que entre la muestra clínica y la muestra tipificada existía una gran diferencia en los puntajes, tendiendo la primera a puntajes más elevados. Lo mencionado previamente permite afirma que el *Battelle* logra discriminar entre población clínica y no clínica. Según Newborg et al., (2009):

El Battelle discrimina entre población clínica y no clínica. Los datos que establecen la validez de constructo demuestran que es un instrumento de evaluación válido y puede distinguir certeramente entre realizaciones que están dentro de los límites de la normalidad y los que corresponden a sujetos con problemas clínicos (p.72).

Con respecto a la validez de criterio en, el *Battelle* los coeficientes de correlación se calcularon por medio de la utilización de puntuaciones de algunos test para niños de la muestra clínica (Newborg et al., 2009). Estos test con los cuales se comparó el *Battelle* fueron, la escala de inteligencia de *Wechsler* para niños revisada (WISK-R), el inventario de *Screening* de actividades de desarrollo (DASI), las escalas de madurez social *Vineland*,

la escala de inteligencia *Stanford Binet*, y el test vocabulario de imágenes *Peabody* (PPVT-1); la correlación entre el DASI y el *Battelle* es alta y significativa, evaluando gran variedad de habilidades, como estos dos son inventarios bastante extensos sus correlaciones dan un buen índice de validez concurrente (Newborg et al., 2009). La correlación entre el *Stanford-Binet* y el *Battelle* es positiva y moderada y de esta forma ayuda a confirmar la validez concurrente del *Battelle*.

Con el Wisc-R y PPVT las correlaciones con el *Battelle* son elevadas, con respecto a el área comunicativa del PPVT con el *Battelle* la correlación es relativamente alta, en comunicación receptiva fue de (0,73) y en comunicación expresiva dio un valor de (0,75) entre las dos baterías (Newborg et al., 2009).

Con respecto a la validez en función del sexo y la raza, se observó que en el *Battelle* no se presentan diferencias significativas entre sexo y raza. En conclusión el *Battelle* es una batería que es valida tanto para las diferencias étnicas como para diferencias de sexo (Newborg et al., 2009).

Además de estar tipificada esta batería, el *Battelle* y el *Screening del Battelle* es adecuado para aplicar a niños que manifiestan necesidades especiales, según el estudio de Elbaum, Gattamorta & Penfil (2010) citado por (Newborg et al., 2009).

**Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI).** La batería Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI) tiene como fin el asociar funciones psicológicas específicas a comportamientos funcionales del SNC. Además el ENI evalúa una gran gama de procesos tales como el motriz, la memoria, el lenguaje, el aprendizaje entre otros.

Esta batería esta dirigida a una población de 5 a 16 años de edad, es un instrumento de medida confiable, el cual da cuenta de los procesos neuropsicológicos de niños y jóvenes, además tiene como fin responder a las necesidades específicas de una población

hispano hablante. Esta batería evalúa diferentes habilidades cognoscitivas tales como la memoria (Codificada, evocación y diferida), las habilidades construccionales, lenguaje (precisión, comprensión y velocidad), habilidades perceptuales (táctil, visual y auditiva), escritura (percepción, comprensión narrativa y velocidad), habilidades metalingüísticas, aritmética (numérico, calculo, razonamiento y conteo), habilidades espaciales, funciones ejecutivas (flexibilidad cognoscitiva, fluidez, planeación y organización), lectura (precisión, velocidad y comprensión) y habilidades conceptuales.

Los ítems se califican con una escala de tres puntos de acuerdo a la habilidad para cada criterio: 0=No realiza la tarea, 1= existe una habilidad parcial para realizar la tarea y 2= realiza la tarea.

### **Procedimiento**

Se hizo revisión de las historias clínicas para la caracterización sociodemográfica y el registro de variables relacionadas con los antecedentes médicos de los niños. Posteriormente se aplicaron las pruebas neuropsicológicas derivadas del Inventario de Desarrollo Battelle (BDI-2), para niños con desarrollo típico entre 0 y 8 años, que evalúa las siguientes dimensiones: Personal/ social., adaptativa, motora, comunicación y cognitiva. Aquellos niños que lograron superar el tamizaje breve del Battelle (BDI-2 ST) fueron evaluados con subpruebas de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI), y quienes obtuvieron un puntaje menor en la prueba inicial, fueron evaluados con el inventario completo de Battelle (BDI- 2 FA).

Los padres o acudientes fueron citados, y posterior a una explicación sobre las características del estudio se les solicitó consentimiento informado para la participación de los niños. Se entrevistó a los padres sobre las características del desarrollo, desempeño escolar y comportamiento general de los niños en los diferentes ámbitos en los cuales se

desenvuelven. La evaluación se realizó en el espacio de las terapias multidisciplinarias, y de sus actividades cotidianas en los centros de terapias. Esto permitió que se realizaran observaciones en el contexto del niño, obteniendo un registro más fidedigno de las habilidades y el desarrollo.



### Capítulo III. Resultados

Dadas las características de la población evaluada y los puntajes obtenidos de la misma, se decidió realizar una medida de Cociente de Desarrollo (CD), este es la representación numérica del nivel de desarrollo de un niño. Dicha expresión numérica es el resultado de dividir la edad del desarrollo entre la edad cronológica y luego multiplicarlo por cien ( $\text{Edad de desarrollo} / \text{edad cronológica} \times 100$ ).

Los resultados obtenidos por medio del BATTELLE se ejemplifican en la tabla 3 la cual representa las medias de cada uno de los cocientes de desarrollo obtenidos por toda la población Down estudiada, la tabla 4 donde se simplifican los puntajes de medias obtenidos según intervalos de edad en meses en el cociente de desarrollo total (DQT) y la tabla 5 la cual contiene los Puntajes de medias obtenidos, según intervalos de edad en años, en los cocientes de desarrollo evaluados. Además se encuentra la figura 9 la cual es un gráfico de medias obtenidas por toda la población estudiada en los cocientes de desarrollo evaluados, la figura 10 en la que se observa la gráfica de medias obtenidas en el cociente de desarrollo total (DQT) según intervalos de edad en años y la figura 11 la cual es el gráfico de medias obtenidos, según intervalos de edad en años, en los cocientes de desarrollo evaluados.

Tabla 3

*Puntajes de medias obtenidos por toda la población estudiada en los cocientes de desarrollo evaluados.*

Cociente del desarrollo	Sigla	Media (X)
Cociente del desarrollo Total	DQT	30,89
Cociente del desarrollo personal social	DQPS	31,65

Cociente del desarrollo adaptativo	DQA	35,18
Cociente del desarrollo motor grueso	DQMG	42,65
Cociente del desarrollo motor final	DQMF	28,37
Cociente del desarrollo motor	DQM	32,8
Cociente del desarrollo comunicación receptiva	DQREC	32,79
Cociente del desarrollo comunicación expresiva	DQEXP	20,84
Cociente del desarrollo comunicativa	DQCOM	23,08
Cociente del desarrollo cognitiva	DQCOG	29,04

Tabla 4

*Puntajes de medias obtenidos, según intervalos de edad en años, en el cociente de desarrollo total (DQT).*

Grupos de edad (años)	Número de niños en el intervalo de clase	Media (X) DQT
1.2-6.2	17	35,62

6.3-7.2	15	39,80
7.3-8.2	16	28,72
8.3-9.2	10	27,53
9.3-10.25	12	28,34
10.33-11.25	10	24,21
11.33-12.25	6	25,43
12.33 – 13.33	2	23,13

Tabla 5

*Puntajes de medias obtenidos, según intervalos de edad en meses, en los cocientes de desarrollo evaluados.*

X	Intervalo de edad en años							
	1.2-6.2	6.3-7.2	7.3-8.2	8.3-9.2	9.3-10.25	10.33-11.25	11.33-12.25	12.33 – 13.33
DQPS	37,59	39,88	28,82	28,02	29,86	23,23	28,06	24,06
DQA	42,43	40,91	33,17	34,51	31,51	28,77	27,90	25,94
DQMG	42,70	63,95	37,16	34,66	37,38	42,50	28,60	40,94
DQMF	34,06	31,57	22,74	28,10	28,47	24,02	28,00	24,69
DQM	33,30	42,34	30,98	30,09	30,20	30,51	26,73	30,63
DQREC	33,30	42,34	30,98	30,09	30,20	30,51	26,56	30,63
DQEXP	24,75	30,47	16,17	19,02	17,79	14,44	22,71	6,88

DQCOM	26,21	34,54	18,18	18,49	25,35	14,29	21,06	9,06
DQCOG	31,25	41,36	21,78	27,41	31,48	22,24	23,80	16,69

### Capítulo IV. Discusión

Es importante notar que el cociente de desarrollo (DQ) es una medida que se calcula con base en un promedio de 100 puntos y posee una desviación estándar de 15. Los resultados obtenidos con este estudio reflejan que los niños con síndrome Down de 5 a 12 años obtienen un puntaje que se encuentra en 4 desviaciones estándar por debajo de la media típica. Lo anterior demuestra una característica específica de esta población en cuanto a patrones de desarrollo en las cuales, se evidencia dificultad más importante en las área cognición y de la comunicación expresiva. Con respecto a los intervalos de edad se identificó que a lo largo de estos el desempeño en las áreas evaluadas decrece (Ver Tabla 4), esto puede estar relacionado con la mayor complejidad de los hitos del desarrollo para una edad esperada. Debido a que los hitos del desarrollo esperados varían a lo largo de los periodos del ciclo vital del ser humano, estos tienden a aumentar su complejidad en etapas del desarrollo más avanzados; como estos niños poseen una serie de dificultades en las funciones ejecutivas y cognición, no lograrán alcanzar dichos hitos del desarrollo.

Debido a la amplitud de los resultados, cada área se discutirá en forma independiente.

En el área del desarrollo Personal Social (DQPS) se observa que todos los niños con SD evaluados obtuvieron puntajes entre 3 y 4 desviaciones estándar por debajo de la media típica (Ver Tabla 3). Con respecto a los intervalos de edad (Ver Tabla 5), se contempla que de todas las medias obtenidas en estos, el mejor desempeño se da en el intervalo de 6.3 a 7.3 años de edad. A pesar del desempeño bajo en esta área en la población estudiada comparada con la población típica, la media obtenida en el área de desarrollo personal social se encuentra entre los valores más elevados respecto al resto de las áreas evaluadas (Ver Tabla 3). Se infiere que los niños con SD tienen un desarrollo del área personal social

superior al de las otras áreas evaluadas. Lo anterior puede estar influido por dos factores: biológicos, y apoyo terapéutico que reciben en los centros especializados.

Con respecto a los factores biológicos, varios autores han descrito las áreas cerebrales lesionadas en el SD y, de todo lo observado y planteado en el marco teórico, se identificó que las áreas que se encuentran relacionadas con la empatía, principalmente las neuronas espejo de las áreas promotoras, involucradas en el reconocimiento de una acción determinada y la comprensión de la conducta del otro, son áreas que se encuentran conservadas en las estructuras del SN del sujeto con SD. De lo anterior se puede inferir que su capacidad para interactuar con sus compañeros y generar empatía con sus pares se desarrolla adecuadamente y le permite el tener éxito en las interrelaciones sociales.

En relación al segundo factor, el centro de terapia de apoyo, se observó que en los dos centros en los cuales se llevó a cabo la investigación, el 50% de las actividades eran centradas en la adquisición de un buen auto-concepto, en la interacción adecuada y cordial con otros y en la estimulación de la empatía. Es importante resaltar que uno de los centros de terapia tiene actividades especializadas según la etapa del desarrollo en la cual se encuentra el niño, por lo cual, dicho centro, posee un programa de estimulación de conducta adaptativas superior al del otro. Por este motivo existe una alta probabilidad que dicho valor elevado en el área personal social obtenida por estos niños, sea producto de los planes de estimulación planteados y efectuados por estos centros de terapia.

En el área de desarrollo adaptativa (DQA) se obtuvo un puntaje entre 3 y 4 desviaciones estándar por debajo de la media típica (Ver Tabla 3). En los intervalos de edad se observa que, la media tuvo valores considerablemente más elevados que en el DQPS; además sus valores más elevados fueron en los intervalos de 1.2-6.2, 6.3-7.2 y 8.3-9.2 años

(Ver Tabla 5). En el DQA se observa que en los periodos de primera infancia y niñez temprana se dan unas medias elevadas y a lo largo del desarrollo estas decrecen.

A pesar de tener un buen desarrollo en esta área, los niños con SD tienen una dificultad notoria en los procesos atencionales; se les dificulta mantener y focalizar la atención, además de que el discriminar estímulos irrelevantes y distractores potenciales, suele ser una tarea que implica un gran esfuerzo para ellos. Esta dificultad en la atención puede estar ocasionada por el reducido tamaño en el cerebelo y el tronco cerebral (Dierssen, 2003), además de una alteración en las redes neuronales entre el giro cingulado anterior, corteza prefrontal, corteza parietal inferior y el tálamo (Fernández & Flórez, 2016). A pesar de las dificultades en los procesos atencionales debido a la morfología cerebral, los niños con SD evaluados logran generar un proceso de alimentación de forma individual, además logran generar conductas de vestido de forma autónoma tales como el quitarse prendas de ropa pequeñas y ayudar a vestirse. La responsabilidad personal en los niños con SD se encuentra comprometida en su mayoría, ellos no logran identificar peligros con facilidad y el seguimiento de más de tres instrucciones se les dificulta debido a la MCP limitada que poseen. El compromiso en la MCP se da principalmente por las alteraciones estructurales y funcionales de la corteza prefrontal, áreas de asociación auditivas y visuales (lóbulo temporal inferior y superior), la corteza cingulada, hipocampo y zonas parietales posteriores (García, 2010; Pinter et al., 2001 & Hampel & Taipel., 2004). Por otro lado es fundamental tener en cuenta otros factores que pueden influir en la consolidación de la información, dentro de estos se encuentra la motivación tanto intrínseca como extrínseca que posea y que reciba el niño frente a la tarea y la atención que el niño logre generar (García, 2010).

Lo mencionado previamente nos permite observar la importancia de dar instrucciones cortas y concretas en el proceso de comunicación con los niños. Según García (2010) son fundamentales las estrategias de repetición subvocal para consolidar aquella cantidad pequeña de información que logran retener los niños con SD. El uso de estrategias de repaso y de repetición de la información, es importante para crear procesos de compensación que les permitan a los niños con SD compensar sus dificultades, según (Jarrold, Baddeley, & Hewes, 2000) la falta de repetición de ensayo del material visual y verbal es un factor influyente en el rendimiento de la MCP, a pesar de que poseen mejores capacidades para la MCP siguen estando presentes algunas dificultades, y además es evidente la falta de repetición sub vocal en los nombres sub vocal en los nombres. Por este motivo estos autores sugieren que los programas de intervención neuropsicológica y estimulación psicopedagógica para mejorar la MCP, deben basarse estar basados en repetición de ensayos en el material verbal y visual, ya que se encuentra evidencia de un déficit en esta área específicamente.

En el área del desarrollo motor grueso (DQMG) se obtuvo un puntaje de entre 3 y 4 desviaciones estándar por debajo de la media típica (Ver Tabla 3), pen esta área se obtuvieron los mejores puntajes del estudio (Ver Tabla 3). Se evidencia que en las medias de las áreas evaluadas, el área motora gruesa la variabilidad numérica entre los periodos del desarrollo no son extensa (Ver Tabla 5).

Por lo observado previamente se supone que los niños con SD no poseen dificultad aparente en la realización de actividades o tareas que impliquen una motricidad gruesa, dichas tareas están relacionadas con el lanzar una bola, el saltar con los pies juntos. La hipotonía se encuentra ocasionada con alteraciones hipoxicoisquemicas regionales (Peredo & Hannibal, 2009). Se sabe que en el SD hay una prevalencia a la hipotonía que provoca la



falta de fuerza muscular para realizar los movimientos , pero lo observado en este estudio demuestra que a pesar de existir presencia de hipotonía los niños con SD, no manifiestan dificultad aparente para realizar actividades que impliquen el uso de la motricidad gruesa.

La motricidad gruesa es en esencia, la primera tarea de aprendizaje que se desarrolla en el ser humano, debido a su hipotonía, hiperlaxitud ligamentaria, su rango limitado de movimientos y disminución de la fuerza, los niños con SD no tienen movimientos óptimos, marcha eficiente, alineación correcta y buena postura (Tezza, 2012). En los niños con SD las conductas de motricidad gruesa como son la bipedestación sin apoyo, el gateo y la marcha independiente suelen aparecer más tarde de lo habitual (Tezza, 2012). A pesar de presentarse este fenómeno, otras conductas si se desarrollan en un rango típico como son el sostén cefálico, la sedestación y el rolado (Tezza, 2012). (dificultades en la sedestación se encontraron) Por estos motivos es importante la presencia de terapia física de apoyo en los niños con SD, de esta forma se puede generar el desarrollo de patrones de movimiento compensatorios a temprana edad (Tezza, 2012).

Hay una alta probabilidad que, además de la presencia de un componente biológico, el alto desempeño en el área motora gruesa sea debido a los programas de estimulación de motricidad gruesa de los centros de terapia en la cual se realizó la recopilación de datos. Principalmente, por medio de la observación se identificó que ambos centros, tienen una serie de programas de fisioterapia enfocados en las estimulación de la motricidad de estos niños. Dichas actividades se realizan de forma grupal, lo que implica un aprendizaje por imitación y además son llevadas a cabo por dos o tres fisioterpeutas las cuales brindan una serie de retroalimentaciones a los niños y se enfocan en la adquisición de la habilidad más que el éxito de la realización de la tarea. Por otro lado se observa que en uno de los centros de terapia, dicha estimulación se lleva acabo acompañada de una serie de técnicas de

motivación lo que permite a los niños generar una motivación intrínseca más que extrínseca frente a la tarea y lograr de esta forma un aprendizaje significativo.

En el área de desarrollo motor fino (DQMF) se obtuvo una puntaje entre 4 y 5 desviaciones estándar por debajo de la media típica (Ver Tabla 3), dicho valor se encuentra entre los más bajos de los DQ evaluados (Tabla 3). Se identificó que en los periodos de primera infancia y de niñez temprana se obtuvieron los valores más elevados de todos los intervalos de edad (Ver Tabla 5). Debido al reducido tamaño en el cerebelo, estructura implicada en la coordinación de movimientos, y en el tronco cerebral (García, 2010) que presentan los niños con SD manifiestan un déficit en actividades que implican la coordinación de nervios y músculos para generar movimientos precisos y pequeños

Al desempeñar actividades relacionadas con la motricidad fina, tales como el realizar un nudo o el abrir un candado con una llave, los niños con SD suelen presentar ciertas dificultades que podrían estar relacionadas con hipotonía y disminución en la fuerza para realizar dichos movimientos. Adicionalmente se identificó presencia de un desarrollo psicomotor tardío el cual puede estar relacionado al número de hospitalizaciones ha tenido el niño. Más del 60% de los niños evaluados tuvieron periodos largos de hospitalización posteriores al nacimiento. La estancia hospitalaria impide la exploración de objetos, principal actividad que permite el desarrollar la motricidad fina. Adicionalmente un factor que puede influir en las dificultades motricidad fina es la baja asistencia a las sesiones o actividades realizadas por fisioterapeutas. Se observó que, aquellos niños que no asistían a ningún tipo de terapia física, sus movimientos tendían a ser más torpes y poseían una mayor dificultad para generar una pinza dígito pulgar o el manipular ciertos objetos con delicadeza; mientras que los niños que se encontraban asistiendo de forma constante a

sesiones de fisioterapia en los centros asistenciales, sus habilidades en cuanto a la motricidad fina tendían a ser superiores en comparación con los primeros niños.

Se observa que en el área de desarrollo motor (DQM) se obtuvo un puntaje de entre 3 y 4 desviaciones estándar por debajo de la media típica (Ver Tabla 3). Se identificó que la motricidad en los niños con SD es una de las áreas donde hubo puntajes significativamente buenos y además no se observa una variabilidad numérica muy grande (Ver Tabla 5). De lo planteado previamente se puede inferir que la motricidad de los niños con SD no tienen un gran compromiso en la motricidad general puesto que las estructuras del SNC implicadas en el movimiento se encuentran relativamente indemne en estos individuos (García, 2010), lo que se encuentra relacionado con la fuerza y el tono muscular de estos niños (García, 2010). Adicionalmente se obtuvieron puntajes diferentes entre motricidad gruesa y fina (Ver Tabla 3) , adicionalmente se ve una tendencia a mejores puntajes en motricidad gruesa.

Estos resultados obtenidos puede ser producto de dos factores, la estructura cerebral y su relación con las características morfológicas de los niños con SD, y la presencia o no de sesiones de fisioterapia. Con respecto a la primera opción, se observó que varios autores tales como García, Fischler, Share, & Koch, Riquelme & Manzanal, 2006, Póo & Gassión, describen un rendimiento psicomotor similar al típico en los primeros seis meses de vida, sin embargo se da un retraso en el desarrollo motor debido a posibles lesiones ocasionadas por las características osteomusculares que presentan los niños con SD.

Por otro lado se encuentra el segundo factor que puede estar influyendo en los altos puntajes en la motricidad observados por esta población, la presencia regular o no de fisioterapia en el niño. Al observar en los diversos centros de terapia, se logró identificar que aquellos niños que no asistían regularmente a las sesiones de fisioterapia, estos tendían

a tener un desempeño regular en las actividades de motricidad realizadas en esta, mientras que los niños que se encontraban asistiendo con regularidad a terapia, su desempeño en el área motora era considerablemente mejor que los que no, tanto así que lograban el cortar con tijeras, el abrir un candado o el saltar alternando los pies.

En el área de comunicación receptiva (DQREC) se obtuvo una puntuación entre 3 y 4 desviaciones estándar por debajo de la media típica (Ver Tabla 3). El proceso de comunicación con los niños con SD suele ser un reto debido a los trastornos en el lenguaje que se presentan en esta población (Pinter et al., 2001). El estrechamiento de la circunvolución temporal superior, la alteración volumétrica de los lóbulos frontales y temporales juegan un papel muy importante en el compromiso del lenguaje que presentan estos niños (Santos & Bajo, 2011). Las zonas del control lingüístico que se encuentran comprometidas en el SD son la circunvolución temporal superior izquierda y el área de Wernicke, estas zonas al poseer un reducido volumen, son las responsables de la dificultad en la integración sintáctica y semántica, además de la dificultad en la recepción del lenguaje.

A pesar de este reducido volumen en dichas áreas cerebrales, el resultado obtenido la investigación, muestra que la recepción de la información en los niños con SD suele ser mayor que la expresada (Ver Tabla 3). Este fenómeno puede ser provocado por el compromiso en el aparato fono-articulador y la configuración tardía de este (Ronald, 2006), al revisar los datos se identificó que los niños con SD evaluados tenían un aparato fono articulador con algunas alteraciones, existe una marcada microretrognatia que produce protrusión de la lengua y una macroglosia aparente, esto sumado al compromiso frenular dificulta la articulación de la mayoría de los fonemas.

Por otro lado se observó que en los centros de terapia, las actividades de comprensión del lenguaje se empiezan en etapas tempranas del desarrollo, y se siguen reforzando por medio de actividades didácticas a lo largo de su estadía en la institución. Además se identificó que en estos centros el trabajo interdisciplinario entre fisioterapia, fonoaudiología, terapia ocupacional y psicología ha aumentado la capacidad de comprensión del lenguaje de los niños.

En el área de comunicación expresiva (DQEXP) se obtuvo un puntaje de 4 desviaciones estándar por debajo de la media típica (Ver Tabla 3). Se observa que la puntuación obtenida en el área de comunicación fue aquella que obtuvo un menor puntaje de todas las áreas evaluadas (Ver Tabla 3). Se identificó que el valor más elevado en el área expresiva se da en el periodo de niñez temprana (Ver Tabla 5). Por otro lado los resultados obtenidos muestran que de todas las áreas evaluadas, la expresiva manifiesta los menores puntajes a lo largo de los intervalos de edad (Ver Tabla 5).

Se observó que la producción del lenguaje en niños con SD empieza en un promedio a 3 años de edad y, en la segunda infancia e inicios de adolescencia empiezan a emplear frases de seis o siete elementos según la información observada. Este retraso en la producción del lenguaje puede estar provocado por la conjunción de problemas articulatorios y prosódicos (Ronald, 2006). El desarrollo anómalo del aparato fonarticulatorio propende unos factores centrales y periféricos que explican la deficiencia en la comunicación expresiva de los niños con SD; entre los factores periféricos se encuentra la presencia de hipotonía de los músculos responsables del funcionamiento del aparato laríngeo, la reducida cavidad orofaríngea, la presencia de adenoides de longitud anómala, de un paladar duro y generalmente fisurado, de una mandíbula movida en posición fuera de

la norma y presencia de una lengua de gran tamaño en relación a las dimensiones de la cavidad oral (Ronald, 2006).

Otro factor que puede encontrarse relacionado con la dificultad en la comunicación expresiva, es la presencia de un volumen reducido en el área 6 de Brodmann (Ronald, 2006). Debido a este compromiso en el área de Broca, se puede inferir que el proceso motor de la comunicación se encuentra comprometido más allá del aparato fono articulador, ya que al verse un reducido volumen en el área 6 de Brodmann, la programación de la conducta verbal y la coordinación de los órganos del aparato articulador para la producción del habla se encuentra en igual medida comprometida.

En el área del desarrollo comunicativo (DQCOM) se obtuvo un puntaje de entre 4 y 5 desviaciones estándar por debajo de la media (Ver Tabla 3). El valor obtenido por los niños con SD en el área de desarrollo comunicativa es una de las tres áreas con menor puntaje (Ver Tabla 3). Se observa una gran variabilidad numérica en las medias de esta área a lo largo de las etapas del desarrollo (Ver Tabla 5).

El lenguaje es un proceso en el cual interactúan diversos factores, como el sustrato biológico del individuo junto con la estimulación del ambiente, en el caso de los niños con SD las alteraciones volumétricas, los problemas articulatorios y prosódicos y la estimulación del ambiente generan el retraso en la adquisición del lenguaje y en su producción.

El cerebro de sujetos con SD, no muestra un compromiso severo de las áreas relacionadas con la comunicación receptiva, pero si en áreas relacionadas con la comunicación expresiva como el área de Broca (Ronald, 2006). Por otro lado el ambiente en el cual se desenvuelve el niño es un factor muy importante, se observó que la mayoría de los padres tienden a implementar una crianza permisiva debido al compromiso del niño. En

la crianza permisiva los padres tienden a realizar todo por el niño y no le permiten tener un aprendizaje significativo, según Vigotsky el aprendizaje significativo ocurre en el momento en el cual el niño logra atravesar la zona del desarrollo próximo, esta zona es:

la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz (Vigotsky, 1987).

Por este motivo es importante que los pedagogos y familiares realicen un acompañamiento constante y estimulen de forma adecuada y didáctica de la adquisición de diversos conocimientos, en especial con los niños con SD es esencial estimular la producción del lenguaje, y debe permitirse que el niño realice las actividades de forma independiente.

En el área desarrollo cognitivo (DQCOG) se obtuvo un puntaje entre 4 y 5 desviaciones estándar por debajo de la media típica (Ver Tabla 3). Este puntaje es uno de los tres más bajos obtenidos por los niños con SD en las áreas evaluadas (Ver Tabla 3). A pesar de tener un valor total relativamente bajo, se observa que desde el periodo de niñez temprana se da un incremento de esta media para luego en el resto de los intervalos de edad decrecer y dar el menor puntaje en el periodo de la adolescencia (Ver Tabla 5). Lo observado previamente puede estar relacionado con el compromiso global a nivel cerebral que presentan los niños con SD. Una disminución del 18 % en los volúmenes globales cerebrales del individuo con SD, el lóbulo temporal y parietal se encuentran relativamente más grandes y la estructura del cerebelo se observa considerablemente más pequeña en comparación al grupo control (Pinter et al., 2001). Se da una reducción en el volumen de

sustancia gris (SG) y sustancia blanca (SB) en el encéfalo de estas personas lo que genera un compromiso en los aspectos relacionados con la cognición.

Los niños con SD tienen dificultades para resolver sumas y restas complejas, abordar problemas sencillos presentados de forma oral, además el resolver problemas aritméticos que implican la multiplicación y división. Esto puede estar relacionado con la afección en las funciones ejecutivas que se observó que presentan estos niños. El realizar una tarea de calculo implica el centrar la atención, el realizar un recobro de información de las bases aritméticas para solucionar el problema, el inhibir estímulos y el realizar un proceso lógico aritmético para dar solución al problema. En los niños con SD se observó que al empezar un problema aritmético tienen una gran dificultad para centrar su atención y son distráctiles lo que les impide el inhibir estímulos irrelevantes del ambiente. Un ejemplo de ello es que al presentar un problema al niño, este tendía a observar el movimiento del carnet de la investigadora en vez de centrar su atención en la operación como tal. La segunda fase en la realización de una operación matemática, el recobro de las bases aritméticas, en este punto los niños no tuvieron dificultades en realizar dicho recobro de las operaciones simples, mientras que en las complejas, tales como multiplicaciones y divisiones, si se identificó que no se realizaba un recobro efectivo. En el momento de realizar el proceso lógico matemático que les permite resolver el problema, se identificó que estos niños en la realización de operaciones sencillas no poseían dificultad aparente pero si implementaban el uso de estrategias que les facilitara la tarea, tales como el conteo digital; mientras que en el momento de realizar operaciones complejas, el proceso tendía a ser más lento y la tasa de distracción era más alta. Es importante resaltar que en cualquier proceso de aprendizaje o de aplicación de un conocimiento la motivación es un factor



clave, se identificó que posiblemente uno de los factores que interactúa con la dificultad en el cálculo es la escasa motivación intrínseca frente a este tipo de tarea.

## Capítulo V. Conclusión

En conclusión se observa que las áreas con un mayor compromiso en el síndrome Down son el área de la comunicación expresiva, la cognición y el de la motricidad fina, teniendo el segundo un mayor compromiso que las demás. Por otro lado este estudio permitió el identificar que el componente biológico no es el único factor que influye la dificultad en la adquisición de los hitos del desarrollo esperados. Por el contrario existen una serie de factores como la estimulación en edad temprana, la motivación del niño, el centro de estimulación, el tipo de terapia, el tipo de crianza, el nivel educativo de los padres y el conocimiento sobre las características de la condición de los niños que se influye en el desempeño diario de estos niños. Se identificó que los niños con SD poseen un serie de dificultades en las funciones ejecutivas, principalmente en la atención, memoria y la planeación. Esta dificultad es el principal motivo de su bajo desempeño en las áreas evaluadas y de no ser estimuladas adecuadamente por medio de terapia en centros especializados, puede afectar su desempeño diario. Adicionalmente se identificó que los niños con SD de 5 a 12 años no lograron superar el *screening Battelle* y por este motivo no se les aplicó la evaluación neuropsicológica infantil (ENI).

Por otro lado es importante resaltar que la terapia en centros asistenciales es de gran importancia ya que permite una estimulación de las conductas necesarias para el adecuado desarrollo cognitivo. Se observa que los planes de terapia intensiva en la cual se realice un trabajo interdisciplinario tienen un efecto positivo en la estimulación de las áreas personal social, motora, cognitiva y de la comunicación de estos niños; dicha estimulación en esas áreas les permite generar una serie de habilidades necesarias para su desempeño diario y además les permite generar independencia lo que les ayudará en etapas del desarrollo mas avanzadas.

### Referencias

- Alexander, P., Bahret, M., Chaves, J., Courts, G. & D'alessio, N. (2003). La reproducción celular. In: P. Alexander, M. Bahret, J. Chaves, G. Courts and N. D'alessio, ed., *Biología*, (pp.64-81).1st ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Armstrong, D. L., Becker, L. E.& Chan, F. (1986). Dendritic atrophy in children with Down's syndrome. *American Neurology*, 20, 520-526.
- Astete, C., Youlton, R., Castillo, S., Be, C., & Daher, V. (1991). Analisis clinico y citogenetico en 257 casos de sindrome de Down. *Revista Chilena De Pediatría*, 26 (2), 99-102.
- American Psychiatrical Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Borges, A., López, P., López, R., Parés, G., & Valdespino, L. (2000). Reseña histórica del síndrome de Down. *Revista ADM*, 58 (5), 193-199.
- Capone, G.T. (2001). Down síndrome: advances in molecular biology and the neurosciences. *Journal Development and Behavioral Pediatrics*, 22 (1), 40-59.
- Cifuentes, L, & Nazer, J. (2011). Estudio epidemiológico global del síndrome de Down. *Rev Chil Pediatría*, 82 (2), 105-112.
- Cooper, G., & Hausman, R. (2014). *Ciclo celular* (6th ed.), *La célula*, Salamanca, España: Marbán.
- Dierssen, M., Benavides-Piccione, R., Ballesteros, L., Martínez-Cué, C., Estivill, X., Flórez, J. et al. (2003). Alteraciones en la microarquitectura de la corteza cerebral en el ratón Ts65Dn, un modelo murino de síndrome de Down: efectos del enriquecimiento ambiental. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de*

*Down*, 7 (2), 18-25.

Dierssen, M., Marti, E., Pucharcos, C., Fotaki, V., Altafaj, X., Casas, K. et al. (2001).

Functional genomics of Down síndrome: A multidisciplinary approach. *Journal of Neural Transmission*, 61, 131-148.

Del Abril, A., Ambrosio, E., De Blas, C., Caminero, A. A., García, C., De Pablo, J. M. & et al. (2001). *Fundamentos biológicos de la conducta*. Madrid: Sanz y Torres.

Dronkers, N. Pinker, S., & Damasio, A. (2013). Language and the Aphasias. *Principles of neuralscience*. 3 (4), 981-994.

Eraser, M. & Mitchel, A. (1976). Kalmuc idiocy: Report of a case with autopsy with notes on sixty- two cases. *Journal of Mental Science*, 22, 169-179.

Flórez, J. (1994). Trastornos neurológicos. En S. M. Pueschel & J. K. Pueschel (Eds.), *Síndrome de Down. Problemática biomédica*, (pp. 171-187). Barcelona: Masson-Salvat Medicina.

Fuentes y Lupiañes (2003). La teoría atencional de Posner: una tarea para medir las funciones atencionales de orientación, alerta y control cognitivo y la interacción entre ellas. *Psicothema*, 15, 260-266.

Flórez, J. (1991). Patología cerebral y aprendizaje en el síndrome de Down. *Síndrome de Down y Educación*, 37-56. Barcelona: Salvat.

Flórez, J. (1999). Patología cerebral y sus repercusiones cognitivas en el síndrome de Down. *Siglo Cero*, 30 (3), 29-45.

Fernández, R., & Flórez, J. (2016). La atención bases fundamentales. Retrieved June 10, 2016, from <https://www.downciclopedia.org/neurobiologia/la-atencion-bases-fundamentales>

Fernández, R., & Flórez, J. (2016). La atención en las personas con síndrome de Down.

Retrieved July 21, 2016, from <http://www.downciclopedia.org/neurobiologia/la-atencion-en-las-personas-con-sindrome-de-down>.

Fernández, R., & Flórez, J. (2016). La memoria: bases fundamentales. Retrieved July 21,

2016, from <http://www.downciclopedia.org/neurobiologia/la-atencion-en-las-personas-con-sindrome-de-down>.

Fernández, R., & Gràcia, M. (2013) Lenguaje expresivo y memoria verbal corto plazo en las personas con síndrome de Down: memoria de ítem y memoria de orden. *Rev Síndrome de Down* , 30,122-132.

Fischler, K., Share, J. & Koch, R. (1964). Adaptation of Gesel Development in children with Down's syndrome. *Preliminary report. American Journal of Mental Deficiency*, 68, 642-646.

Filley C,M. (2002). The neuroanatomy of attention. *Seminary Speech Language*, 23: 89-98.

García, J. (2010). Déficit neuropsicológicos en síndrome de Down y valoración por Doppler transcraneal. *Universidad Complutense De Madrid*, 19-323.

Garrido, I. (2000). La motivación: mecanismos de regulación de la acción. *Rev Esp Motivación y Emoción* 2000, 3, 5-6.

Hattori, M., Fujiyama, A., Taylor, T. D., Watanabe, H., Yada, T., & Park, H. et al. (2000). The chromosome 21 mapping and sequencing consortium. *Nature*, 405, 311-319.

Hampel, H., & Teipel, S.(2004). Age-related cortical grey matter reductions in non-demented Down's syndrome adults determined by MRI with voxel-based morphometry. *Brain: A Journal of Neurology*, 127(4), 811-824

Jarrold, C., Baddeley, A. D. & Hewes, A. K. (2000). Verbal short-term memory deficits in Down syndrome: a consequence of problems in rehearsal?. *Journal Child of*

- Psychology and Psychiatry*, 41(2), 233-244.
- Jonides, J., Smith, E. E., Koeppe, R. A., Awh, E., Minoshima, S. & Mintun, M. A. (1993). Spatial working memory in humans as revealed by PET. *Nature*, 363, 623–625.
- Londoño L. P. (2009). La atención: un proceso psicológico básico. *Rev Facultad de Psicología Universidad Cooperativa de Colombia*, 5, 91-100.
- Kandel, E., Kupfermann, I., & Iversen, S. (2013) Learning and Memory. *Principles of neural science*, 3 (4), 1027-1041.
- López, E., & Solís, H. (2009). Neuroanatomía Funcional de la memoria. *Arch neurociencia*, 14 (3), 176-187.
- Lyle, R., Gehring, C., Neergaard-Henrichsen, C., Deutsch, S., & Antonaraskis, S. (2004). Gene Expression From the Aneuploid Chromosome in a Trisomy Mouse Model of Down Syndrome. *Genome Research*, 14, 1268-1283.
- Miranda, A., Roselló, A., & Sorian, M. (1998). M. Estudiantes con deficiencias atencionales. *Promolibro*. Valencia.
- Mesulam MM. (1990). Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. *Ann Neurol*, 28, 597-613.
- Molero, A., & Nathzidy, G. (2013). Síndrome de Down, cerebro y desarrollo. *SUMMA PSICOLÓGICA UST*, 10 (1), 143-154.
- Numminen, H., Service, E., Ahonen, T. & Ruoppila, I. (2001). Working memory and
- Newborg, J., Stock, J. R., & Wnek, L. (2009). *BATTELLE inventario de desarrollo, Manual de aplicación*. Madrid- España.
- Owens, R. (2003). Desarrollo del Lenguaje (5 ed).
- Paz, M., & Puentes, A. (2010). Cognición y lenguaje en niños CRI-DU-CHAT y Down avances de un estudio comparativo. *Prensa Médica Latinoamericana*, 8 (1), 81-96.

- Pérez, D. (2014). Síndrome de Down. *Revista De Actualización Clínica*, 45, 2357-2361.
- Pinter, J., Brown, W. E., Eliez, S., Schmitt, J. E., Capone, G. T. & Reiss, A. L. (2001). Amygdala and hippocampal volumes in children with Down syndrome: a high-resolution MRI study. *Neurology*, 56 (7), 972-974.
- Peredo, D., & Hannibal, M. (2009). The Floppy Infant. *Pediatrics in Review*. (30), 66-76.
- Póo, P. & Gassió, R. (2000). Desarrollo motor en niños con síndrome de Down. *Revista Médica Internacional sobre el Síndrome de Down*, 4 (3), 34-40.
- Portellano, J. A. (2005). Bases neuroanatómicas y funcionales del lenguaje. *Introducción a la neuropsicología*. Madrid: Mc Graw Hill, 201-210.
- Portellano, J. A, García, J., Mateos, R. & Martínez, R. (2000). Evaluación neuropsicológica de niños con síndrome de Down. *Polibea*, 55, 14-19.
- Ramírez, R., Isaza, C., & Gutiérrez, M. (1996). La incidencia del síndrome de Down en Cali. *Colombia Médica*, 27 (3), 138-142.
- Raz, A & Buhle, J. (2006). Typologies of attentional networks. *Neuroscience*, 7, 367-379.
- Raz, N., Torres, I. J., Briggs, S. D., Spencer, W. D., Thornton, A. E., Loken, W. J. et al. (1995). Selective neuroanatomic abnormalities in Down's syndrome and their cognitive correlates: Evidence from MRI morphometry. *Neurology*, 45, 356-366.
- Raz, N., Torres, I. J., Briggs, S. D., Spencer, W. D., Thornton, A. E., Loken, W. J. et al. (1995). Selective neuroanatomic abnormalities in Down's syndrome and their cognitive correlates: Evidence from MRI morphometry. *Neurology*, 45, 356-366.
- Ruíz E. (2013). Cómo mejorar la atención de los niños con síndrome de Down. *Rev Síndrome de Down*, 30, 63-75.
- Ruiz, J. M. (1991). Psicología de la memoria. Madrid: *Alianza Psicología*.
- Rosemberg, R. (1997). Molecular neurogenetics: The genome is setting the issue. . *The*

- Journal of the American Medical Association*, 287, 1282-1283.
- Ronald, J. (2006). Dificultades del lenguaje en el síndrome de Down: Perspectiva a lo largo de la vida y principios de intervención. *Revista Síndrome de Down*, 23, 120-128.
- Riquelme, I., & Manzal, B. (2006). Factor que influeixen en el desenvolupament motor dels nens amb síndrome de Down. *Revista mèdica internacional sobre la síndrome de Down*, 10 (2), 18-24.
- Sago, H., Carlson, E. J., Smith, D. J., Rubin, E. M., Crnic, L. S., Huang, T. T. & Epstein, C.J. (2000). Genetic dissection of region associated with Behavioral abnormalities in mouse models for Down syndrome. *Pediatric Research*, 48 (5), 606-613.
- Santos, E., & Bajo, C. (2011). Alteraciones del lenguaje en pacientes afectados de síndrome de Down. *Revista de la Sociedad Otorrinolaringológica de Castilla y León, Cantabria y La Rioja*, 2 (9), 1-19.
- Servera M, Galán MR. (2001). Problemas de impulsividad e inatención en el niño. Propuestas para su evaluación. *Madrid: MECD*
- Tezza, L. (2012). Efectividad de la implementación de un programa de intervención en el desarrollo de la motricidad gruesa en niños con Síndrome de Down en el centro Pablo Buena. *Escuela de enfermería padre*, 1-52.
- Vigotsky, L. (1988). *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores*. Ed. Grijalbo. México.